



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH VOD Z OBJEKTŮ PRO
ZÁVLAHU A ZASAKOVÁNÍ**

USE OF BUILDINGS RAINWATER FOR IRRIGATION AND SOAKING IN THE
MORAVSKÉ KŘÍŽANKY VILLAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Hubený

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michal Hubený
Název	Využití dešťových vod z objektů pro závlahu a zasakování
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ŠÁLEK, Jan. Závlahové stavby. 2. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1993. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0497-3.

TŮMA, Jan. Zavlažujeme zahradu: moderní hospodaření s vodou. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-247-0083-2.

ČSN EN 13742-1 Zavlažovací technika – Stabilní systémy pro závlahu postřikem – Část 1: Výběr, návrh, plánování a instalace

TNV 75 4310 Závlahová zařízení pro mikrozávlahy

TNV 75 4307 Závlahová zařízení podrobná pro postřik

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

VRÁNA, J. Dimenzování zařízení pro využití šedé a dešťové vody. In 16. mezinárodní konference Sanhyga Piešťany 2011. TZB SvF STU Bratislava, 2011, s. 77-82

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše v oblasti akumulace, využití a infiltrace dešťových vod ze střech a zpevněných ploch. Rozebrány budou jednotlivé systémy, možnosti a vhodnost jejich použití.

Druhou částí práce bude aplikace získaných poznatků pro vypracování studie hospodaření s dešťovou vodou ze dvou objektů v obci Moravské Křižánky (okres Žďár nad Sázavou). Bude vybrána nejvhodnější varianta a zpracováno technické řešení závlahového a infiltračního systému. Studie bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou dešťových vod a jejich využívání. Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části práce je popsáno obecné rozdělení dešťových vod, vznik jednotlivých srážek, jejich složení, kvalita a jejich povrchový odtok. Dále jsou rozebrány jednotlivé možnosti jejich čištění, následná akumulace a zasakování. V neposlední řadě jsou v práci popsány i způsoby využívání dešťových vod v domácnostech a na zahradách. V praktické části je řešena konkrétní lokalita pro využívání dešťových vod v okolí rodinného domu. Území se nachází v obci Moravské Křižánky v kraji Vysočina. Na závěr bylo zpracováno kompletní řešení akumulace dešťových vod, závlah a zasakování.

KLÍČOVÁ SLOVA

dešťové vody, kvalita vody, využití, závlaha, zasakování, akumulace dešťových vod

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the issue and utilisation of rainwater. The thesis is divided into two parts – theoretical and practical. Theoretical part consists of general rainwater distribution, the formation of individual rainfall – its composition, quality, surface run-off, individual possibilities of water purification, accumulation and infiltration. The ways of using rainwater in households and gardens are also described in thesis. The practical part deals with the use of rainwater around a family house in the specific location. The area is located in the village called Moravske Krizanky in Vysočina region. In conclusion, a complete solution for rainwater accumulation, irrigation and infiltration was developed.

KEYWORDS

rainwater, water quality, utilization, irrigation, infiltration, rainwater accumulation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Michal Hubený *Využití dešťových vod z objektů pro závlahu a zasakování*. Brno, 2021. 58 s., s.36 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Využití dešťových vod z objektů pro závlahu a zasakování* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 23. 5. 2021

Michal Hubený
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Využití dešťových vod z objektů pro závlahu a zasakování* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2021

Michal Hubený
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za trpělivost, cenné rady, věcné připomínky, a především vstřícnost při konzultacích k vypracování této bakalářské práce. Děkuji přítelkyni, rodině a přátelům, kteří mi pomáhali překonat nástrahy doby ve které se tato práce připravovala.

OBSAH

1	ÚVOD.....	3
2	CÍL PRÁCE.....	4
3	DEŠŤOVÉ VODY.....	5
3.1	Srážkové procesy	5
3.2	Srážkové poměry v České republice	6
3.3	Kvalita a složení dešťových vod	7
3.4	Látkové znečištění v atmosférických srážkách	8
3.5	Vznik znečištění na zemském povrchu	9
4	VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH VOD	11
4.1	Způsoby předčištění	11
4.1.1	Způsoby předčištění dešťových vod akumulovaných do nádrží	12
4.1.2	Způsoby předčištění dešťových vod při vsakování	17
4.2	Akumulace.....	18
4.3	Možnosti akumulace dešťové vody – zásobní nádrže	18
4.3.1	Plastové nádrže	19
4.3.2	Betonové nádrže	20
4.4	Využití v domácnosti	22
4.5	Závlaha travnatých ploch	23
4.6	Základní informace o závlaze travnatých ploch.....	23
4.6.1	Potřeba vody pro závlahu	23
4.6.2	Frekvence zavlažování	24
4.6.3	Zdroje vody	24
4.7	Automatický závlahový systém	25
4.7.1	Princip automatické závlahy.....	25
4.7.2	Prvky závlahových systémů	26
4.7.3	Ovládací systém a elektrorozvody.....	27
4.7.4	Postřikovače a trubní rozvody	29
4.7.5	Mikrozávlaha	31
4.8	Zasakování	33
4.8.1	Legislativa	33
4.8.2	Předpoklady pro vsakování	33
4.8.3	Návrh vsakovacího zařízení	34
4.8.4	Rozdělení vsakovacích zařízení	34

5 PRAKTICKÁ ČÁST	38
5.1 Řešená lokalita	38
5.1.1 Současný stav	38
5.1.2 Obec Křižánky	38
5.1.3 Zájmové území	39
5.1.4 Hydrologické poměry	40
5.1.5 Hydropedologická charakteristika	41
5.1.6 Hydrologické poměry	42
5.1.7 Geodetické zaměření	43
5.2 Princip navrhovaného řešení.....	43
5.3 Bilance množství vody	44
5.3.1 Měsíční bilance srážek	44
5.3.2 Potřeba závlahové vody	44
5.3.3 Bilance zdrojů vody	44
5.3.4 Výpočet množství dešťových vod z přívalové srážky	45
5.4 Akumulace a zasakování.....	45
5.4.1 Akumulace srážkových vod	45
5.4.2 Vsakovací objekt	47
5.5 Závlahový systém.....	48
5.5.1 Kapková závlaha	48
5.5.2 Postřikovače	49
5.5.3 Čerpání	51
6 ZÁVĚR	52
BIBLIOGRAFIE.....	53
SEZNAM TABULEK	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM PŘÍLOH.....	58
PŘÍLOHA A.1 - ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM	59
PŘÍLOHA A.2 - VSAKOVACÍ OBJEKT	64
PŘÍLOHA A.3 - PONORNÉ ČERPADLO	66
PŘÍLOHA A.4 - GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ	70
PŘÍLOHA A.5 – FOTODOKUMENTACE	73

1 ÚVOD

Voda je neodmyslitelnou součástí existence veškerého života na Zemi. My, lidé, ji potřebujeme jako vodu pitnou, ale také jako vodu užitkovou pro naše každodenní potřeby.

V posledních letech, kdy si asi každý všiml, že z mírného pásu, ve kterém se nachází naše republika, se pocitově mění v subtropickou teplou oblast. V důsledku klimatických změn, které si mnozí z nás nepřipouští, se krajina kolem nás mění k nepoznání. Dochází k rapidním poklesům hladin povrchových tekoucích vod a ke snižování stavů hladin vod podzemních. V letních měsících v některých částech republiky rapidně ubývá vody z jímacích zdrojů, a tedy není divu, že v některých obcích pitná voda zcela vyprahla. Starostové těchto obcí zakazují využívání vody z vodovodních řadů na závlahu, napouštění bazénů a podobně. Každý by se měl zamyslet, jak s vodou pitnou zachází a zda by mohl využít jiných alternativ nežli vodu z „kohoutků“.

Užitkovou vodou pro vsak a závlahu mohou být vody dešťové, které nám v mnoha případech mohou pitnou vodu zastoupit nebo dokonce i nahradit. Realizaci systémů na zadržování a využívání dešťové vody se snažíme přispět k udržení vody v krajině a ke zlepšení stavu podzemních vod.

V dnešní době je problematika využívání dešťových vod velmi často řešené téma, protože se to každého z nás přímo dotýká. S nastupující klimatickou změnou se projevují významnější výkyvy v trvání a intenzitě srážek, ale i v rozložení v průběhu roku. Mnohem častěji se stává, že přijdou srážky, které mají krátkou dobu trvání, působí na menší plochu, ale o to více jsou intenzivnější. Tyto dešťové vody nám nejsou ničím přínosné, protože nadělají víc škod než užitku. Většina z nich se nestačí infiltrovat, vsáknout, a při odtoku s sebou unesou mnohdy tuny zemin v důsledku vodní eroze. Naopak z dlouhodobých a méně intenzivních srážek působících na větší plochy máme spoustu možností, jak je akumulovat a dále využívat.

Je velice důležité a myslím, že je i na místě toto téma začít propagovat laické veřejnosti, aby se lidé zamysleli nad budoucností. V budoucnosti by mohla nastat situace, že pitné vody bude nedostatek. Proto potřebujeme alespoň částečné řešení, a to zamyšlení se nad tím, jak s vodou šetřit a jak ji lépe využívat.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření literární rešerše na dané téma Využití dešťových vod z objektu rodinného domu a také praktická aplikace dosažených poznatků ze studia.

V první části obsahující teoretickou literární rešerši bylo zaměřeno na problematiku dešťových vod, jejich složení, množství, kvalitu a co nejširší využití.

Druhou částí práce bude zpracování studie, kde bude řešeno hospodaření s dešťovými vodami v oblasti rodinného domu č.p. 85 v obci Moravské Křižánky v kraji Vysočina. Bude vybrán nejpraktičtější způsob akumulace dešťových vod. Poté se navrhne technické řešení pro závlahu a zasakování na pozemcích řešeného území. Vše bude korespondovat se znalostmi, dosaženými v teoretické části práce.

3 DEŠŤOVÉ VODY

3.1 Srážkové procesy

Informace z této kapitoly jsou obsaženy v publikaci Krejčí a spol. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. [1]

Vznik a průběh atmosférických srážek je vysoce komplexní, dynamický a nelineární fyzikální proces. Tento průběh je způsoben nasycením vzduchu vodními parami, teplotou, která umožňuje kondenzaci nebo mrznutí vodních par a přítomností kondenzačních jader (prach a kouř), na kterých se vodní kapky nebo ledové krystalky vytvářejí a rostou. Mohou nabývat skupenství kapalné (déšť, mlha, rosa) nebo pevné (sníh, led).

K adiabatickému ochlazení vzduchu na teplotu rosného bodu dochází:

- Tepelnou konvekci (stoupání vzduchových vrstev po předcházejícím ohřátí nestejnorodého povrchu během letních slunečních dnů).
- Orografickými vlivy (stoupání vzduchu vynuceném při přechodu orografické překážky např. pohoří).
- Konvergencí (výkluznými pohyby vzduchových vrstev po frontálních plochách teplejších nebo chladnějších vzduchových hmot).

Atmosférické srážky můžeme rozdělit na tři typy:

Konvektivní srážky

jsou atmosférické srážky vypadávající z kupovitých oblaků, zejména z kumulonimbů. Bývají doprovázeny bouřkami. Převážně lokálními, jejich intenzita je značně rozdílná a jejich doba trvání je krátká (< 1 hod.). Můžeme je také označit jako přivalové deště, ze kterých dochází k lokálním záplavám.

Orografické srážky

se vytvářejí v důsledku terénních překážek. Vyskytují se v horských a podhorských oblastech, jejich doba trvání a intenzita závisí na velkoplošném počasí.

Frontální srážky

jsou dlouhodobé srážky působící na větší plochu. Jsou také ve středoevropských pásech hlavními zdroji dešťových srážek, při studené frontě jsou dešťové intenzity zpravidla vyšší než při teplé frontě, kde jsou naopak prostorově rozlehlejší.

Tabulka 1- Příklad klasifikace dešťů a jejich charakteristických hodnot (podle Uhlíře, 1995). Údaje o periodicitě, které doplňují Uhlířovu klasifikaci, byly odhadnuty na základě Truplových vyhodnocení (VÚV, 1958) pro české povodí Labe. [1]

Název	Doba trvání deště = 1 hodina		
	Množství srážek v mm	Průměrná intenzita $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$	Odhadovaná periodicita rok^{-1}
Déšť slabý	1	≤ 3	-
Déšť mírný	1.1–5.0	3–14	> 5
Déšť silný	5.1–10.0	14–28	5–2
Déšť velmi silný	10.1–15.0	28–42	2–1
Liják	15.1–23.0	42–64	1–0.3
Příval	23.1–58.0	64–160	0.3 - 0.03
Průtrž	≥ 58.1	≥ 160	< 0.03

3.2 Srážkové poměry v České republice

Veškeré srážkové poměry a jejich složení u nás sleduje a zaznamenává Český hydrometeorologický ústav, dále jen ČHMÚ a příslušná povodí.

Informace z této kapitoly jsou obsaženy v publikaci Krejčí a spol. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup [1]

Roční srážkový úhrn na území České republiky, dále jen ČR, kolísá přibližně mezi 450 mm (Žatecko, Slánsko, Dyjskosvratecký úval) a 1500 mm i více v horských oblastech (Beskydy, Jeseníky a Krkonoše). Z celého území ČR připadají asi dvě třetiny na území s ročními srážkami 600–800 mm. Nejméně se vyskytující srážky jsou v oblastech nacházející se v dešťovém stínu hor. V Čechách je to stín způsobený západními pohraničními horami, na Moravě působí obdobně Českomoravská vrchovina a Drahanská vysočina. Dále velmi chudá oblast na výskyt srážek je Jihomoravský kraj, který v posledních letech je nejvíce postiženou oblastí suchem.

Srážkový výškový gradient, změna úhrnu srážek na jednotku vzdálenosti nebo nadmořské výšky, se v České republice pohybuje mezi $50\text{--}60 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ na 100 m nadmořské výšky.

Z ročních úhrnů srážek připadá nejvíce na vegetační období tedy během jara až podzimu, kdy na jaro připadá 25 %, na léto 40 % a na podzim 20 %, nejméně pak na zimu

a to 15 %. Nejvydatnější na srážky z jednotlivých měsíců v roce je červenec, naopak nejchudší je únor.

V jednotlivých letech dosahuje kolísání srážek v průměru asi ± 40 %. V průběhu 20. století bylo několikrát zaznamenáno i kolísání mezi 50–150 % průměrných ročních srážek.

Povrchový odtok dešťových vod

Odtok srážkových vod Q se přibližně stanoví z obecného vztahu

$$Q = \psi \cdot S_s \cdot q_s \quad (10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

kde Ψ je součinitel odtoku, S_s – plocha povodí (ha), q_s – intenzita směrodatného deště uvažované periodicity p (S_s^{-1} z 1 ha). Hodnoty součinitelů podle ČSN 75 6101 jsou vedené v tabulce 2.

Další údaje o srážkách se stanoví vyhodnocením naměřených srážek z nejbližší srážkoměrné stanice. Příslušné údaje jsou k získání u Českého hydrometeorologického ústavu. [2]

Tabulka 2 - Součinitelé odtoku podle ČSN 75 6101 (vybrané orientační údaje) [2]

Způsob zástavby a druh pozemku		Součinitel odtoku ψ při konfiguraci území (-)		
		Rovinné (do 1 %)	svažité (1-5 %)	prudce svažité (nad 5 %)
Budovy	v uzavřených blocích ⁽¹⁾	0.7	0.8	0.9
	v uzavřených blocích ⁽²⁾	0.6	0.7	0.8
	v otevřených blocích	0.5	0.6	0.7
	při volné zástavbě	0.4	0.5	0.6
Rodinné domy	sdužené v zahradách	0.3	0.4	0.5
	izolované v zahradách	0.2	0.3	0.4
Sady, hřiště		0.1	0.15	0.2
Zelené pásy, zahrady, louky		0.05	0.1	0.15
Lesy		0	0.05	0.1

Poznámky:

⁽¹⁾ vydlážděné nebo zastavěné plochy, ⁽²⁾ uvnitř bloku zahrady

3.3 Kvalita a složení dešťových vod

Veškeré složení a kvalitu srážkových vod sledují a zaznamenávají pracovníci ČHMÚ a pracovníci povodí.

Dešťové mraky vznikají odpařováním, tím pádem by mohla být srážková voda destilovanou vodou, vodou čistou bez rozpuštěných látek. Bohužel v atmosféře dochází ke kontaktu kondenzované vody s různými chemickými látkami a její kvalita v atmosféře je ovlivněna znečištěním vzduchu. Hodnota pH srážkové vody, po průchodu zemskou atmosférou, je 5,6 z důvodu vázáním se mimo jiné také na CO_2 , který je ve vzduchu.

Zde jsou tři důvody znečištění již zachycené srážkové vody:

- rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách
- znečištění, nahromaděné během bezdeštného období na povrchu území, které je při dešťové události odváděno společně se srážkovou vodou
- znečištění vzniklé kontaktem srážkové vody s materiály na povrchu území.

Pro stanovení velikosti znečištění v dešťovém odtoku hraje roli délka bezdeštného období, intenzita atmosférických srážek a objem dešťového odtoku. Téměř veškeré látkové znečištění, které se nachází v dešťovém odtoku, vykazuje větší koncentrace na začátku odtoku než v dalším jeho průběhu. Tzv. efekt prvního splachu je důsledkem vyplavování atmosférických znečištění na začátku deště, poté smýváním znečištění na 15 povrchu. K velkému snížení látkového zatížení ve srážkové vodě můžeme docílit oddělením prvního splachu, což bývá přibližně první jedna až tři milimetry deště.

3.4 Látkové znečištění v atmosférických srážkách

Především ve velkých městech a v průmyslových zónách jsou znečišťující látky v atmosféře jednou z příčin znečištění dešťového odtoku. Během deště dochází k vymývání látkového znečištění ve vzduchu. Tím dochází k čištění atmosféry samotné, tudíž taková srážková voda není čistý koncentrát, ale nese v sobě znečištění hlavně kouřovými plyny a znečištění z dopravy. Dále také odráží přirozené pozadí zemského povrchu, jako to jsou eroze půdy a mořské soli. Ve srážkové vodě se, kromě lokálních znečištění, projevují i vlivy ze vzdálených oblastí, protože látky, které jsou obsaženy v atmosféře, mohou být přenášeny na velké vzdálenosti.

Kyseliny a kyselinotvorné látky jako kyselina sírová, kyselina dusičná, kyselina chlorovodíková, pocházejí z antropogenních zdrojů znečištění. Tyto látky převažují nad zásaditými látkami, jako jsou uhličitán vápenatý, uhličitán hořečnatý a amoniakální dusík, které pocházejí z přirozeného prostředí. Zdroj kyselin jsou primárně sloučeniny síry (SO_2 a H_2S) a sloučeniny dusíku (N_2O , NO , NO_2), které pocházejí ze spalování fosilních paliv, výfukových plynů motorových vozidel a mikrobiální denitrifikací ve vodě a půdě. Spalováním umělých hmot s obsahem PVC vznikají sloučeniny chlóru. Amonné ionty v hnojivech používané v zemědělství, jsou zdrojem zásaditých látek v atmosféře. Další látky v atmosféře jsou především těžké kovy, v emisích z průmyslu, rostlinné živiny jako jsou fosfor. Dále pak organické látky v hlavním zastoupení uhlovodíků z výfukových plynů. [3]

3.5 Vznik znečištění na zemském povrchu

Dalším původem znečištění srážek je bezdeštné období, při kterém se na zemském povrchu nashromáždí velké zastoupení prachových částic společně s ostatním znečištěním, vzniklém při dlouhém suchu, které jsou s dešťovou vodou odváděny. [3]

Velké zastoupení zpevněných ploch určují převážně dopravní plochy, které slouží k různým účelům: asfaltové silnice, chodníky, železnice. Každý materiál však trpí na nedostatek jmenem stárnutí a opotřebení. Při tomto procesu dochází k uvolňování jednotlivých částic materiálu o různých velikostech a složení a při srážkách se tyto částice dostávají do odtokového procesu.

Musím také zmínit odtok ze střešní krytiny. Tento odtok je pro nás jedním z nejdůležitějších, neboť drtivá většina dešťových vod se zachytává právě na střeších budov. Dešťová voda odvedena ze střešní krytiny je zpravidla mnohem méně znečištěna než přímý odtok z městských dopravních ploch. Pro drtivou většinu střech je srážková voda jediným způsobem, jak se střechy čistí. Takto odtékající srážková voda obsahuje vysoký podíl rozpuštěných kyslíčků (CO_2 a SO_2), dále i organické látky (pyl, prach, klacíky, listí, ptáčí trus a podobně) ale také znečištění způsobené degradací stavebního materiálu jako jsou například krytiny střech domů, betonové plochy, různé kovy (okapy), barvy, asfalt atd. Tyto částice tvoří značnou část znečištění dešťových vod. Podíl organických látek je velice proměnlivý. Ovšem při správném a zodpovědném zacházení se srážkovou vodou nehrozí ohrožení od choroboplodného zatížení srážkové vody.

Tabulka 3 - Chemické složení srážek v ČR – průměrné hodnoty koncentrací (ČHMÚ, Košetice, 2004) [3]

	Ca	Mg	Na	K	NH_4^+	SO_4^{2-}
mg/l	0.37	0.06	0.25	0.19	0.9	1.7

	Cl^-	NO_3^-	Fe	Mn	Pb	Zn
mg/l	0.31	2.4	0.017	0.007	0.002	0.007

Při využívání dešťové vody nesmí dojít k těmto důležitým problémům:

- k ohrožení zdraví uživatele,
- k ohrožení kvality pitné vody,
- k omezení spolehlivého užívání vody,
- ke kontaminaci životního prostředí, což se týká především půdy a podzemní vody.

Tabulka 4 - Z hlediska jednotlivých způsobů užívání dešťové vody jsou požadavky na její látkové složení [2]

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody ze střech				
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla	
Nerozpuštěné látky	Interní NL jsou neškodné	Vyšší konc. Neškodné	Bez významného vlivu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)	
Organické látky	Interní OL jsou neškodné	Bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu	
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě				
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půd. Organismů				
Mikroorganismy	Z pravidla bezvýznamného vlivu				Bez významného vlivu
Barva					Bez významného vlivu
Zápach					Nebezpečí obarvení
Agresivita vody					Bez významu
			Dle složení vody		
Celkové posouzení	Vhodnější než pitná voda	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	Při nadbytku v kombinaci s pitnou vodou	

4 VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH VOD

V minulých letech se s dešťovou vodou na území urbanizovaných lokalit řešila tak, že byla snaha o co nejrychlejší odvod dešťových vod do blízkého recipientu. V posledních letech však vody celostátně ubývají, a proto je na místě hospodaření a využívání dešťové vody.

Základním cílem hospodaření se srážkovými vodami je jejich návrat do přirozeného koloběhu vody. Kromě podpory výparu a zpomalení povrchového odtoku jde především o akumulaci srážkových vod a jejich vsakování do horninového prostředí. [4]

Tato kapitola popisuje různé možnosti využití dešťové vody, na co si dát pozor při výběru nádrže a ideální podmínky pro skladování srážkové vody. To, kolik vody spotřebujeme, si často uvědomíme až ve chvíli, kdy přijde vyúčtování za vodné a stočné. Vodu zkrátka potřebujeme k životu nejen my, ale i rostliny a zvířata kolem nás. Uvádí se, že průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele činí přes 100 litrů vody /den.

Způsobů, jak snížit spotřebu pitné vody je mnoho – jedním z nich je právě využití dešťové vody, která může nahradit kvalitní pitnou vodu tam, kde není až tak potřeba. Jedná se o běžné činnosti jako je úklid domácnosti, praní, splachování toalet nebo, snad nejtýpičtěji, zalévání zahrady. Možná se to nezdá, ale až 50 % denní spotřeby vody v domácnosti může být nahrazeno vodou dešťovou.

4.1 Způsoby předčištění

Nakládání s dešťovou vodou můžeme rozdělit do dvou skupin. A to do skupiny, kde se voda využívá mimo stavební objekt například na závlahu nebo do skupiny, kdy se dešťová voda využije v domácnosti. V tomto případě mají obě skupiny rozdílnou náročnost na předčištění a kvalitu užitkové dešťové vody.

Selský rozum předpokládá, že předčištění pro domácnosti musí být kvalitnější, aby se zamezilo zanášení spotřebičů, které tuto vodu budou využívat, armatur a filtrů, znečištění oblečení u praní apod. Naopak u venkovního využití nemusí být náročnost předčištění tak potřebná – zpravidla stačí alespoň částečné mechanické předčištění a to síty, koši apod.

Předčištění se tedy bude zabývat dešťovým vodám akumulovaným do nádrží a předčištění dešťových vod při zasakování. Veškeré možnosti jsou shrnuty v následujících tabulkách, které byly vyňaty z technické normy vodního hospodářství TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. [5]

4.1.1 Způsoby předčištění dešťových vod akumulovaných do nádrží

Tabulka 5 - Způsoby předčištění dešťových vod akumulovaných do nádrží [5]

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozpuštěné sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
	Dešťové nádrže	++	++	++	++	--	--
	Hydrodynamické odlučovače	++	+	+	--	--	--
	Odlučovače lehkých kapalin	++	++	+	++	--	--
Sedimentace a biologické čištění	Retenční nádrže se zásobním objemem, mokřady	+ , o	++	++	- , o	++	++
Filtrace mechanická	Pískové a štěrkové filtry	++	++	+	--	--	+
	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
Filtrace a biologické čištění (popř. přes půdní vrstvu)	Pískové a štěrkové filtry porostlé vegetací	+ , o	++	++	-	++	++
	Průlehy – rýhy Retenční půdní filtry	+ , o	++	++	++	++	++
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	Zeolity	o	o	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++ vhodné + podmíněčně vhodné o ve spojení s dalšími opatřeními - spíše nevhodné -- nevhodné							

Jak vyplývá z tabulky 5, bude pro předčištění dešťových vod pro akumulční nádrž vhodná gravitační separace, sedimentace pevných částic a vyplavování lehkých částic. Tato metoda je vhodná pro hrubé nečistoty, splaveniny, jemné částice a těžké kovy. Naopak je velmi nežádoucí vyplavování a sedimentace organických látek a živin.

Chceme-li používat srážkovou vodu především na zahradě na zalévání nebo na mytí auta, postačí systém nevyžadující žádnou zvláštní filtraci vody, je vhodné pouze zabezpečit, aby do akumulční nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty,

kteřé by nádrž zanášely. Využití srážkové vody např. na praní už vyžaduje podstatně kvalitnější filtraci.

Při čištění srážkové vody se uplatňují dva procesy:

- Filtrace
- Sedimentace

Pro filtraci můžeme použít dva typy filtrů – interní nebo externí. Externí filtry jsou samostatné filtrační šachty, které se napojují mezi okapový svod a jímku. Zpravidla umožňují spojení dvou větví okapových svodů a po přefiltrování vody umožní odtok čisté vody do jímky a v případě samočisticích filtrů odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace. Interní filtry jsou umístěny uvnitř nádrže, mají jeden přítok, odtok vyčištěné vody do nádrže a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody. [6]

Sedimentace probíhá buď v samotné akumulční nádrži na srážkovou vodu, nebo v nádrži usazovací, předsazené nádrži akumulční.

Používáme-li srážkovou vodu na praní nebo splachování WC, kde voda prochází jemnými tryskami, je možné použít jemný filtr pro montáž do tlakového potrubí za čerpadlem.

Pro zachycení hrubých nečistot se používají vtokové mřížky, lapače listí, česle a síta. Zachycení hrubých nečistot je nutné pro ochranu dalších stupňů čištění nebo pro podzemní vsakovací zařízení. Může být buď integrováno do sběrného zařízení pro odvádění vody, nebo vybudováno jako samostatný stupeň čištění. Šířka průlin závisí na dalším stupni čištění nebo použitým vsakovacím zařízením. [5]

Filtrační okapový hrnec

Filtrační okapový hrnec je určen pro filtraci vody z jednoho okapového svodu. Při instalaci se zapouští pod upravený terén a ukládá zpravidla na betonové lože nebo šterkový podsyp. Materiál samotného filtračního hrnce bývá tvořeno ze silnostěnného polypropylenu. Filtrace probíhá přes sítko, na kterém je uložena vrstva filtračního materiálu (kameniva), na jejichž povrchu se zachytávají nečistoty. Mezi kamenivem a filtračním sítkem je umístěna filtrační vložka z netkané textilie. Tento typ filtrů je určen pro vodu na zavlažování, na doplňování rybníčků nebo na vsakování. [6]

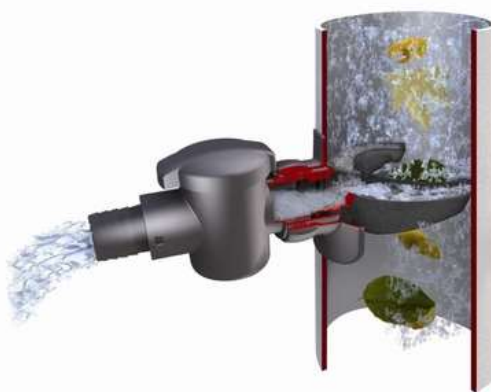


Obr. 1 - Okapový hrnec [6]

Okapový filtr

Okapový filtr se nasazuje na okapový svod. Okapové filtry slouží k odfiltrování hrubších nečistot jako je listí, klacíky, plody ovoce, mech apod.

Jemné části v podobě prachu, písku apod. se sice z části mohou na filtru zachytit, ale z části propadnou a budou sedimentovat na dně nádrže. Filtry jsou samočisticí a není tedy potřeba jejich kontrola a údržba. [6]



Obr. 2 - Okapový filtr [6]

Košíkové filtry

Košíkové filtry se využívají pro všechny druhy využití dešťové vody. Košíčková filtrace mají 100% propustnost vody, neboť na rozdíl od samočisticích filtrů proteče veškerá voda skrz filtr do nádrže. Koše je možné použít jak samostatně, tak jako součást filtrační šachty. Samostatně zavěšený košíček představuje technicky nejjednodušší a cenově nejpríznivější filtrační jednotku. Nevýhodou je nutnost údržby a snížení využitelného objemu nádrže.

Jednou možností využití košíčkového filtru je umístění sítka do tělesa filtru. Filtrační jednotka je tvořena plastovým sítkem s poutkem pro snadnou manipulaci. Tato varianta má 3 předpřipravené otvory, dva nad úrovní síta a jeden při dně. Otvory nad sítem jsou prakticky ve stejné úrovni a lze je použít jako nátok a přepad do kanalizace nebo jako dva nátoky od dvou okapových svodů (v tomto případě musí mít jímka vlastní přepadový otvor). [6]



Obr. 3 - Filtrační šachta s košem [6]



Obr. 4 - Košíkový filtr [6]

Šachtový filtry

Šachtový filtr je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímky a dvěma odtoky do kanálu. Filtrační jednotku tvoří drátěné síto, na které dopadá znečištěná voda. Čistá voda proteče skrz filtrační plochu do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace. [6]



Obr. 5 - Filtrační jednotka v interním provedení [6]

Je-li přepad jímek napojen na veřejnou kanalizaci, je možné použít tzv. samočistící filtrační vložky. Samočistící filtry fungují na principu válce nebo desky z filtračního materiálu, skrz které protéká znečištěná voda. Výťažnost přefiltrované vody je v tomto případě cca 90–95 % podle typu filtrační vložky.

Samočistící filtr v interním provedení je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímky a odtokem do kanalizace. Filtrační jednotku tvoří třívrstvá vložka s oky 0,35 mm. Na mírně zaoblenou hranu natéká znečištěná voda, čistá voda proteče skrz filtrační plochu do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace. [6]



Obr. 6 - Filtrační jednotka v interním provedení [6]

4.1.2 Způsoby předčištění dešťových vod při vsakování

Tabulka 6 - Způsoby předčištění dešťových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění [5]

Způsob čištění	zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozpuštěné sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Zachycení hrubých nečistot	Vtokové mřížky	++	--	--	--	--	--
	Lapače listí	++	--	--	--	--	--
	Česle	++	--	--	--	--	--
	Síta	+ , o	--	--	--	--	--
Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu (filtrace, adsorpce, biologické čištění)	Průlehy Průlehy-rýhy Vsakovací nádrže	++	++	++	++	++	++
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
	Odlučovače lehkých kapalin s kalovou jímkou	++	++	+	--	--	--
Filtrace mechanická	Pískové a šterkové filtry	++	++	+	--	--	--
	Geotextílie	++	++	+	--	--	--
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	Zeolity	o	o	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
o	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

4.2 Akumulace

Akumulaci srážkové vody je princip zadržení vody v nádrži pro budoucí využití. Existují nadzemní nádrže a podzemní nádrže. U nadzemních nádrží je výhodou nižší pořizovací cena, v důsledku chybějících nákladů za zemní výkopové práce. Nevýhodou je však omezená provozní doba, kdy v zimním období musí být nádrž vypuštěná a zazimována. Oblíbenější variantou jsou zásobníky podzemní, které jsou však dražší. U podzemních zásobníků nejsme limitováni ročním obdobím, z důvodu ukládání nádrží do nezamrzné hloubky.

U rodinných domů se nejvíce používají plastové nádrže monolitické konstrukce, a to díky snadné montáži, která nevyžaduje obetonování. Využít ji lze jak k venkovnímu použití (zalévání zahrady, čištění auta apod.), ale při větší počáteční investici je možné srážkovou vodu využívat uvnitř domu. Základními prvky jsou akumulační nádrž a domácí vodárna, která distribuuje srážkovou vodu a při bezdeštném období dopouští pitnou vodu. Pomocí svodů se do nádrže zaústí srážková voda, která dopadá na odvodněné plochy. Svody se před nádrží osazují šachtou s čistitelným filtračním košem. Domácí vodárnu je vhodné instalovat do temperovaných prostor z důvodu nezamrznutí vody. V samotné nádrži mohou být osazeny prvky podporující čistotu vody (tvarovka, plovoucí sání). Nádrž by měla obsahovat bezpečnostní přepad, který vede do vsakovacího objektu nebo do kanalizace.

4.3 Možnosti akumulace dešťové vody – zásobní nádrže

Je více osvědčených metod, jak uchovávat dešťovou vodu. Ve starých sídlištích se nacházely zděné cisterny o objemu 2 až 3 m³, ale některé také přes 100 m³. Nádrže byly dříve a jsou ještě i dnes skládány z betonových skruží nebo vyzdívány z cihel. V posledních letech enormně vzrostla nabídka zásobníků na dešťovou vodu vyráběných průmyslově. Nádrže z plastů, vyvinuté speciálně pro dešťovou vodu, se vyznačují nízkou hmotností materiálu a jsou vhodné pro sklepní zásobníky. Pro vhodnost rozličných druhů zásobníků jsou rozhodující především místní podmínky. Jejich výhody a nevýhody budou popsány v dalších kapitolách. [7]

Nádrže na dešťovou vodu můžeme umístit jak do stavebního objektu, většinou do sklepních prostor suterénu, tak do zemního výkopu poblíž stavebního objektu. Obě varianty mají své výhody i nevýhody, které jsou popsány v následující tabulce.

Tabulka 7 - Výhody a nevýhody různého umístění AN [7]

	Zemní akumulční nádrž	Vnitřní akumulční nádrž
Materiál	beton, polyethylen vyztužený žebry, sklo vláknem vyztužený plast (PESL)	polyetylen (PE)
Stavební náklady	mnohonásobně vyšší než u vnitřního uložení akumulční nádrže	cenově příznivé
Potřeba místa	pouze v zemi	potřebný sklepní prostor
Velikost	neomezená	omezena sklepním prostorem
Stavba vlast. silami	obtížná, sotva možná	dobře možná

4.3.1 Plastové nádrže

Nejvyužívanějším typem akumulčních nádrží bezesporu plastové nádrže. Nejčastějším materiálem plastových nádrží je polyetylen, nebo v případě, když je nádrž umístěna do zemního výkopu z plastu zesíleného skelnými vlákny. Výhody plastových nádrží tkví především v hmotnosti, s tím spojené manipulaci. Jsou odolné proti korozi a životnost mají téměř doživotní. Vyrábí se v mnoha objemech od 1 m³. Výhodou také je, že se mohou prodávat jako celé sety s vnitřním vystrojením.

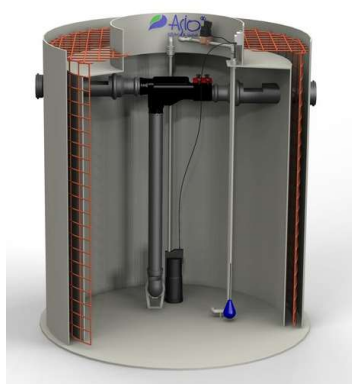
Plastové nádrže rozdělujeme dle způsobu výroby na nádrže bezešvé nebo svařované. Dále dle rozměrů na nádrže válcové nebo pravoúhlé. Dalším významným dělením plastových nádrží je únosnost neboli pevnost samotných nádrží. Zde máme opět dva typy nádrží, a to nádrže samonosné či nádrže dvou plášťové doplněny nosným prvkem v podobě armatur a obetonování.

Podzemní nádrže do výkonu umísťujeme vždy na dostačující podkladní vrstvu. Většinou na ztuhnuté šerkové lože (kačírkový či říční kámen) frakce 16-32 mm. Při větší zátěži a velikosti nádrže pokládáme na betonové lože tloušťky více jak 100 mm.

Do nádrží se většinou vkládá vnitřní vystrojení. Instalují se zde filtry pro odstranění hrubých nečistot, UV lampy pro dezinfekci dešťových vod, plovákové ventily pro vypínání, či zapínání přívodu dodatečných zdrojů pitné vody, bezpečnostní přepad pro bezpečný odvod přebytečné dešťové vody a nesmíme zapomenout na čerpací jednotku, která umožňujeme rozvod užitkové dešťové vody pro jednotlivé účely využití dešťových vod jako je pro závlahu, tak pro vnitřní rozvody užitkové vody do rodinných domů.



Obr. 7 - Plastová nádrž AS-REWA (hranatá), ASIO NEW, spol. s r.o. [8]



Obr. 8 - Plastová nádrž AS-REWA (dvouplášťová), ASIO NEW, spol. s r.o. [8]



Obr. 9 - Plastová nádrž AS-REWA, ASIO NEW, spol. s r.o. [8]

4.3.2 Betonové nádrže

Betonové nádrže jsou druhým nejrozšířenějším řešením akumulace srážkových vod. Dle výrobního procesu betonové nádrže rozlišujeme na nádrže monolitické, vybetonované pomocí bednění přímo na staveništi a nádrže prefabrikované, které se dovezou z výroby přímo na staveniště jako celek.

Monolitické nádrže mají mnoho nevýhod. Po letech přestávají těsnit. Pracnost při výstavbě a velká časová náročnost oproti prefabrikovaným nádržím. Ty jsou nenáročné

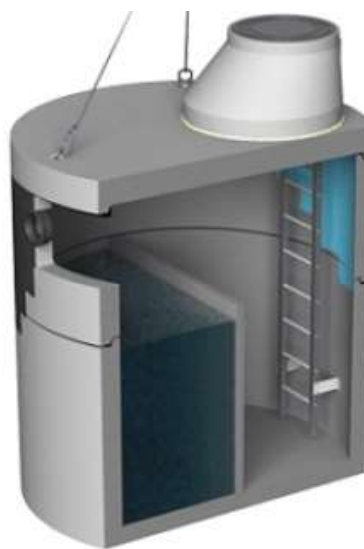
na výstavbu, avšak bude zapotřebí jeřáb na ukotvení a umístění nádrže do výkopu. Výhodou prefabrikovaných nádrží je především rychlost výstavby.

Zde platí stejné podmínky jako u plastových nádrží. Ve výkopu umísťujeme na zhutněný podsyp nebo na betonové lože s dostatečnou tloušťkou. Vnitřní vystrojení bývá zpravidla stejné jako u plastových nádrží.

Výhodou betonových nádrží je přirozená neutralizace kyselé dešťové vody, kterou v plastovém zásobníku zajistí kousek přírodního vápence. Na rozdíl od plastových jsou betonové nádrže odolné velkému vnějšímu tlaku, proto se doporučují pro stavbu pod příjezdovými cestami.



Obr. 10 - Betonové válcové nádrže [9]

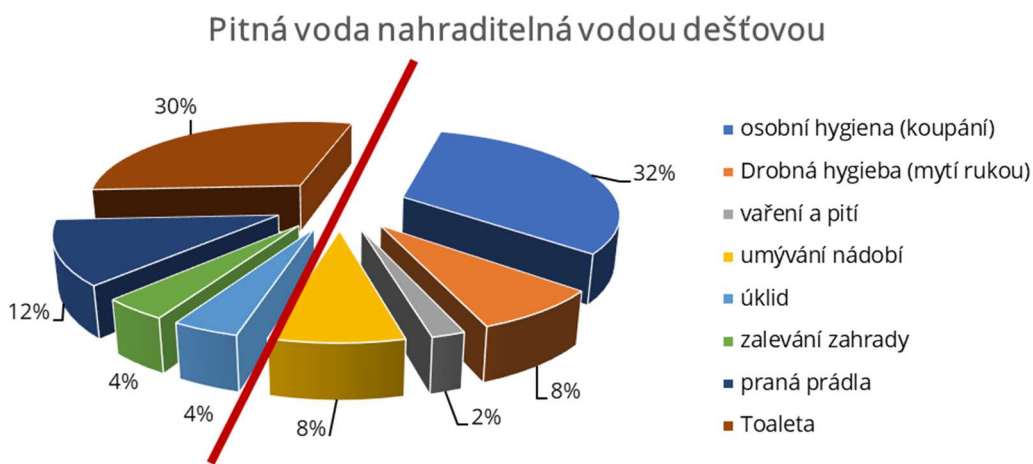


Obr. 11 - Válcová betonová nádrž, PREFA Brno [9]

4.4 Využití v domácnosti

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele je 100 litrů vody denně. Ovšem v této spotřebě je přibližně zahrnuto 50 % vody, které nemusí být kvalitní pitnou vodou. V tomto ohledu může srážková voda být využita jako alternativa. [3]

Nároky na kvalitu vody nejsou stejné ve všech částech domácnosti. Při osobním styku s vodou (vaření, pití, mytí nádobí, tělesná hygiena) musí být používána pitná voda. Na druhou stranu při jiném použití (praní, splachování, zalévání, údržba) lze výhodně využít srážkovou vodu. Spotřeba srážkové vody se odvíjí od toho, k čemu bude voda využita a kolika osobami.



Obr. 12 - Diagram množství náhrady pitné vody za dešťovou vodou [10]

V různých částech domácnosti nejsou nároky kladené na kvalitu vody vždy stejné. Tam, kde přicházíme s vodou osobně do styku (vaření, pití - 4 l/(os.den), mytí nádobí 8 l/(os.den), tělesná hygiena 46 l/(os.den),) musí být používána voda pitná, ovšem při jiném použití (praní 16 l/(os.den), splachování 40 l/(os.den), zalévání 7 l/(os.den), údržba 4 l/(os.den), lze s výhodou využít vodu srážkovou. Spotřeba dešťové vody závisí zejména na tom, kde bude dešťová voda využívána a kolika osobami. [10]

V případech, kdy se dešťová voda bude využívat v obydlích, musíme dbát na provedení. Je důležité oddělit rozvody pitné vody od vod dešťových. Zároveň ale musíme zajistit, aby bylo možné v případě nedostatku dešťových vod ji nahradit vodou pitnou.

Pokud se budeme rozhodovat, jestli dešťovou vodu využívat v domácnosti nebo ne, musíme zohledňovat spoustu faktů, ke kterým patří např. zda-li se nám tato investice vyplatí, počítat s vyššími náklady na provedení výstavby celého systému a jeho následné údržbě a další.

4.5 Závlaha travnatých ploch

Pro tuto publikaci byly použity informace z publikace *Hrabě F.: Trávy a travníky. Co o nich ještě nevíte.* Vydavatelství Ing. Petr Baštan – Hanácká reklamní, Olomouc 2003. ISBN: 80-903275-0-8

V této kapitole se zaměříme na automaticky řízené závlahové systémy s podzemními rozvody a s výsuvnými postřikovači, které se využívají u zatěžovaných travníků. [11]

Kvalitu travníku ovlivňuje:

- dobře propustná půda na živiny,
- vhodná směs travních odrůd,
- závlaha – automatický závlahový systém,
- teplota,
- dostatek světla,
- způsob a frekvence sekání travníku,
- další péče o travník (činnosti „vertikulace“, „aerifikace“ a „topdressing“)

4.6 Základní informace o závlaze travnatých ploch

4.6.1 Potřeba vody pro závlahu

V klimatických podmínkách ČR tvoří roční úhrn srážek asi 1/3 až 1/2 potřebného množství vody pro kvalitní travník. Potřeba vody ve vegetačním období se u většiny travníků pohybuje v rozmezí 600–800 mm.m⁻². Některé druhy založené na velmi propustném písčitém podloží mají potřebu vody ještě vyšší. Týdenní závlahová dávka bývá 20–40 l.m⁻². [11]

Důležité je nejen dostatečné množství vody, ale i zajištění rovnoměrnosti a pravidelnosti závlahy. Srážky v našich podmínkách jsou během roku rozděleny nerovnoměrně, proto je potřebná doplňková závlaha, kterou zajišťuje automatizovaný závlahový systém. [11]

Závlahu lze rozdělit do tří skupin:

- doplňkovou závlahu,
- hnojivou závlahu
- zvláštní závlahu.

Stanovením závlahového množství se věnuje norma ČSN 75 0434 Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Pro návrh doplňkové závlahy v určité lokalitě se musí brát ohled na některé předpoklady a podmínky. Mezi ty patří nedostatečné rozdělení srážky, teplota vzduchu, vlhkost ovzduší, povětrnostní podmínky, morfologie terénu a nepříznivé půdní a hydrologické podmínky. Závlaha zemědělských plodin a zatravněných pozemků je také obsažena ve Vodním zákoně 254/2001 Sb. [11]

4.6.2 Frekvence zavlažování

Jak často trávník zavlažovat? Odpověď na tuto otázku závisí na stáří trávníku. Nově založené trávníky vyžadují po výsevu zavlažovat poměrně často a malými dávkami. (např. několikrát denně s přestávkami 4-6 hodin), protože ještě nemají dostatečně vytvořený kořenový systém. Mladý trávník nezadrží velké množství vody. Pokud dostane vody příliš mnoho, hrozí nebezpečí vyplavování zeminy, zejména u svahů. Na začátku růstu (první týdny) tedy stačí udržovat vlhký pouze povrch půdy (několik cm vysokou vrstvu zeminy na povrchu). Po několika týdnech vytváření kořenového systému trávník zesílí, a tak po první seči (stáří trávníku 3-5 týdnů) se doporučuje zavlažovat jen jedenkrát denně. Po uplynutí 2-3 měsíců pak stačí závlaha jen 2x až 3x týdně. Správně zavlažovaný trávník má mít půdu dostatečně vlhkou do hloubky 80-120 mm (hloubka kořenů některých odrůd trav) a touto požadavku se má přizpůsobit vydatnost závlahy.

Doporučíme-li týdenní závlahou dávku $25-40 \text{ l.m}^{-2}$, dodáme 2x až 3x týdně (v pondělí, ve středu a v pátek) pokaždé dávku $10-15 \text{ l.m}^{-2}$. Důsledkem častého dávkování vody v malých množstvích by se kořenový systém trávníku vyvíjel pouze těsně pod povrchem, kořeny by nedosáhly pro vodu do větších hloubek a trávník by byl náchylnější k vysychání. V trávníku by začaly převládat druhy mělce kořeněných trav, rozšířil by se mech, hrozilo by nebezpečí plísní a hub. [11]

4.6.3 Zdroje vody

Automatický závlahový systém může odebírat vodu z vodovodu, ze studny či dešťovou vodu z jímky. Lze také kombinovat několik různých zdrojů. Pak je však nutno každý systém navrhnout samostatně, aby se voda z jednoho zdroje nemohla dostat do druhého. Nejlépe přijímají rostliny vodu dešťovou. Každý z uvedených zdrojů vody má své výhody a nevýhody. [11]

Studniční vody

U studniční vody je základním předpokladem jejího využití pro zavlažování její kvalita. Její využití omezují zejména mechanické nečistoty a chemické složení. Studny bývají vrtané či kopané. Ve vrtaných studnách ponorná čerpadla nasávají více nečistot, zejména u nových vrtů. Z tohoto pohledu jsou vhodnější studny kopané, se skružemi, o průměru 1,0-1,4 m. Chemické složení vody nutno stanovit chemickým rozbořem. Náklady na zřízení studní, čerpadel, úpravu vody a dalšího příslušenství jsou poměrně vysoké. V případě mělkých vrtaných studní, kde slabý pramen nestačí průběžně dodávat vodu do závlahového systému, se používají jímky, do kterých se voda čerpá a akumuluje, aby se pak v příslušnou dobu silnějším čerpadlem odčerpala do závlahového systému. Méně obvyklé je přečerpávání vody z kopaných studní do jímek. [11]

Voda z vodovodu

Používá se voda jak pitná, tak užitková (např. rozvod říční vody). Tento způsob je sice levný a dostupný co se týče investičních nákladů na připojení systému na zdroj vody,

ale je nejdražším z provozního hlediska. Voda musí být mechanicky filtrována (při odstavení a následné obnově dodávky vody se z potrubí uvolňují usazeniny, inkousty a další nečistoty, které by mohly systém zanášet). Další skutečností je, že pitná voda ve vodovodu bývá chlorovaná, což pro trávníky není příznivé, i když se dnes chloruje už méně než v minulosti. Největší nevýhodou tohoto způsobu je stále stoupající cena vody z vodovodu, která zřejmě velmi omezí její použití. [11]

Dešťová voda

Při použití dešťové vody je třeba, zejména z důvodu nedostatečného akumulovaného množství, kombinace s jiným zdrojem vody. Zejména letní období může být několik týdnů bez srážek a trávník potřebuje pravidelnou závlahu. Pro ilustraci se uvádí příklad: trávník o ploše 1000 m² potřebuje denně asi 4 mm vody, tj. 4 mm. Nebude-li týden pršet, musela by akumulární jímka shromáždit $7 \times 4 = 28$ m³ vody. Proto jímky s čistě dešťovou vodou obvykle stačí pouze na několik dní závlahy a doplňují se vodou z jiného zdroje, ať už ze studny či z vodovodu. Doplnění se doporučuje zautomatizovat, aby voda z doplňkového zdroje byla ihned odčerpávána a uvolnila prostor pro dešťovou vodu, která je pro rostliny nejvhodnější. [11]

Dešťová voda není tvrdá, její teplota je pro rostliny příznivější (není tak studená, jako voda z vodovodu či ze studny). Nevýhodou použití dešťové vody je potřeba mechanického čištění – tedy investice do filtrů (nejlépe s automatickým proplachem), čímž se zvýší náklady. [11]

Voda z vodního toku

Použití vody z recipientu či jiného vodního toku závisí především na její kvalitě. Používá se hlavně u rozsáhlých závlahových systémů. Je třeba zajistit úpravu vody, zejména filtraci, což zvýší celkové náklady. [11]

4.7 Automatický závlahový systém

4.7.1 Princip automatické závlahy

Celá plocha není zavlažována najednou, ale po jednotlivých sekcích. Závlaha probíhá automaticky, v pravidelně se opakujících cyklech postupně na všech sekcích, přičemž jednotlivé sekce jsou zavlažovány podle požadavku (tedy kratší či delší dobu). Je tedy důležité při návrhu rozčlenit závlahu na sekce, i s ohledem na vydatnost vodního zdroje, velikost čerpadla a dimenzi přívodního potrubí. Závlaha v sekcích je řízena obvykle jednou centrální ovládací jednotkou s přednastaveným programem. Průběh zavlažování lze ovlivnit dle aktuálního počasí čidly deště či větru. Zavlažování travnatých ploch lze dělit podle způsobu distribuce vody na:

- plošné zavlažování rozprašovacími postřikovači,
- plošné zavlažování rotačními postřikovači,
- plošné zavlažování úderovými postřikovači,
- podzemní zavlažování kořenů průsakem z kapkovacích potrubí. [11]

Plošné zavlažování postřikovači se pro závlahu travnatých ploch používá nejčastěji – poskytuje velmi vyrovnanou vydatnost závlahy po celé ploše. Po otevření sekčních ventilů proudí závlahová voda do jednotlivých sekcí až k výsuvným postřikovačům. Výsuvné postřikovače mají podzemní pouzdro a teleskopický nadzemní výsuvník. Ve stanoveném čase se výsuvné části tlakem vysunou nad trávník a probíhá závlaha postřikem, po uplynutí přednastavené doby závlahy se zase samy zasunou do podzemních pouzder. Závlahový systém je tak skrytý před nepovolanými osobami, je chráněn před poškozením, nepřekáží při sportu ani při sekání trávy a nepoškozuje trávník. Kapková závlaha pro trávníky je méně rozšířená, používá se hlavně na malé, úzké plochy, kde závlaha standardními postřikovači by nebyla vhodná. [11]

4.7.2 Prvky závlahových systémů

Každý závlahový systém s centrálním ovládacím prvkem obsahuje základní stavební jednotky, které jsou rozepsány níže. Tyto komponenty najdeme u všech systémů na zahradách rodinných domů. [11]

A. Ovládací systém a elektrorozvody:

- ovládací jednotka se záložním zdrojem,
- senzory (alespoň senzor deště),
- sekční elektromagnetické ventily,
- podzemní ventilové šachty,
- elektrorozvody mezi jednotkou, senzory a elektromagnetickými ventily.

B. Postřikovače a trubní rozvody:

- postřikovače rotační, rozprašovací, úderové včetně trysek,
- pružné přípojky postřikovačů,
- podzemní plastové trubní rozvody včetně tvarovek a spojek.

C. Hlavní sestava, filtrace a armatury:

- Filtr mechanických nečistot,
- Hlavní sestava základních armatur v místě připojení

Kromě prvků vyjmenovaných v tabulce se často používají i další, jako rychlospojkové ventily, spojky a armatury, programovací software, přenosné programátory, dávkovače hnojiv, příp. čerpadlo a vodárna (pokud se neodebírá voda z vodovodu). V dalším textu budou podrobněji popsány jednotlivé základní prvky vyjmenované výše. [11]

4.7.3 Ovládací systém a elektrorozvody

Ovládací systém se skládá z řídicí jednotky, senzorů, elektromagnetických ventilů ve ventilových šachticích, vše propojeno kabelovými rozvody. [11]

Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je mozkiem celého systému. Umožňuje nastavení časových programů do jednotlivých sekcí zavlažovaných ploch. Řídicí jednotky bývají zpravidla upevněny v garáži, technické místnosti rodinného domu, zabudované na fasádě v upevněné skříni nebo v samostatně stojícím pilíři a musí mít zajištěn přívod elektrického proudu. Přes řídicí jednotku lze vypnout celý systém, pro případy revize či opravy. Lze upravovat cykly a jednotlivé časy pro jednotlivé sekce. [28]



Obr. 13 - Řídicí jednotka DDC pro 6 sekcí [28]

Senzory

Pro lepší chod závlahového systému se používají doplňkové technologie, které zdokonalují celý chod závlahy. Využívají se dešťová čidla, senzory vlhkosti půdy či celé meteostanice sledující aktuální počasí a pomáhají zajišťovat optimální chod závlahového systému. [11]

Čidla je potřeba vždy umístit tak, aby byla zajištěna jejich co nejlepší funkce.

Dešťový senzor je ideální umístit na okapovou rýnu. Důležité je, aby déšť dopadal přímo na čidlo. [11]

Senzor vlhkosti půdy je dobré dát mimo stín do volného prostoru do místa, kde je rovnoměrná závlaha. Čidla se zpravidla nekombinují, i když i to je možné.

Nejčastěji jsou instalovány senzory deště, které patří k nejjednodušším a finančně nejméně nákladným, zároveň však dobře plní svoji funkci. Použití čidla srážek ušetří velké množství vody a zároveň zefektivní závlahu. [28]



Obr. 14 - Dešťový senzor RAIN-CLIK [28]



Obr. 15 - Senzor vlhkosti půdy TORO [28]

Elektromagnetické ventily a elektrorozvody

Elektromagnetické ventily se používají pro spouštění jednotlivých sekcí závlahy. Pro závlahu postřikovači se používají ventily bez regulace průtoku, pro kapénkovou závlahu je nutné použít ventil s regulací. Elektromagnetické ventily pracují jako hydraulické ventily. Skládají se ze dvou komor – spodní komory, kterou protéká voda při otevření ventilu a horní komory s membránou. [28]

Elektrorozvody propojují řídicí jednotku s elektromagnetickými ventily. Používají se vícežilové zemní kabely CYKY s průměrem vodičů $1,5 \text{ mm}^2$. Dále musí být propojena ovládací jednotka s navrženými senzory deště, popřípadě větru.



Obr. 16 - Elektromagnetický ventil HUNTER [28]

4.7.4 Postřikovače a trubní rozvody

Postřikovače dominují v závlaze zemědělských plodin a krajiny na celém světě. Dodává je mnoho různých výrobců a používají se pro všechny typy použití. Aby byla zajištěna správná funkce, musí mít každý postřikovač minimální tlak a průtok vytvořený čerpadlem. [11]

Rozprašovací postřikovače jsou variantou trysky. Používají se především tehdy, když je požadavek na vodu malý. Postřikovací hlavy se vyznačují dostřikem do cca 5 m. Kvůli své vysoké funkčnosti nemohou být rozprašovací postřikové hlavy doporučeny do větrných oblastí. [11]

Postřikovače potřebují větší zdroje vody, například studna, blízký vodní tok nebo vybudovaná akumulární nádrž. Méně vhodným řešením je i připojení na vodovodní řád. Voda je dopravována na místo určení pomocí potrubí z vysokopevnostního polyetylenu (HDPE), nebo polyvinylchloridu (PVC), kde je čerpána čerpadly nebo čerpacími stanicemi. Celý systém závlah je řízen řídicí jednotkou. Ovládá se nejčastěji z jediného místa, kde máme možnost si celý systém závlahy nastavit od začátku doby zavlažování po množství potřeby vody. [11]

Podle konstrukčního provedení lze postřikovače rozdělit na 3 typy:

Rozprašovací postřikovače

Na menších plochách, jako jsou zahrady a nepravidelné části parků, se nejčastěji používají rozprašovací postřikovače s poloměrem dostřiku od několika desítek cm až po cca 5 m. Lze u nich použít velké množství různých trysek:

- různé trysky s nastavitelnou výšecí postřiku (od 0° do 360°) s různým úhlem vzestupu paprsku vody a různým dostřikem,
- trysky s pevnou výšecí (90°, 120°, 180°, ...),
- trysky speciálních tvarů (paprsky, čtverce, obdélníky, pruhy, ...)
- mikrotřsky vestavěné do hlavní trysky.

Běžný pracovní tlak v rozprašovacím postřikovači bývá kolem 0,2 MPa, průtok do 1 m³. hod⁻¹. Výsuvné části postřikovačů (výsuvníky) s obvyklou výškou výsuvu 10 cm (bývají však i vyšší: 15–30 cm, nebo nižší: od 5 cm) mají průměr do 2 cm. Některé typy rozprašovacích postřikovačů mají ve výsuvníku zabudovaný automatický regulátor tlaku, který omezuje výstupní tlak na 0,2 MPa. Je-li zde ještě vestavěný zpětný ventil, zamezí se nežádoucímu vytékání vody z nejnižše položených postřikovačů. [11]

Rotační postřikovače

Tento typ postřikovačů se používá na všech velkých travnatých plochách, od větších zahrad, fotbalových hřišť až po golfová hřiště. Poloměry dostřiku jsou odstupňovány podle velikosti zavlažovaných ploch:

- u malých zahradních postřikovačů je poloměr dostřiku 5–13 m
- větší rotační postřikovače v parcích až 18 m,
- sportovní plochy jsou osazeny postřikovači s dostřikem 20–30 m

Rotační postřikovače se při zavlažování otáčejí kolem své vertikální osy – pohyb zajišťuje vestavěný pohon s převodovým mechanismem poháněným vodou.

Pracovní tlak u rotačních postřikovačů bývá v rozmezí 0,25–0,50 MPa, u závlahy sportovních ploch až 0,6 MPa. Průtok bývá od několika desetin l.s⁻¹ až po několik l.s⁻¹.

Z hlediska rovnoměrnosti postřiku dosahuje tento typ nejlepších výsledků ze všech tří skupin, zejména díky tryskovým segmentům, často složeným i z menších trysek.

Výsuvníky rotačních postřikovačů jsou vyrobeny z plastu nebo z nerez, s výškou výsuvu 10–30 cm a průměrem výsuvu 4–6 cm. Některé postřikovače pro golfová hřiště mají zabudovány mechanické či elektromagnetické ventily nebo komory pro dekodéry.

Úderové postřikovače

Jsou nejstarší kategorií postřikovačů. Jsou to postřikovače s úderovým mechanismem, umístěné v podzemních pouzdrech. Ve srovnání s rotačními postřikovači mají poměrně větší tělo i viditelné části krytu. Výhodou zase je, že mohou postřikovat i vodou horší kvality. Používají se především u větších ploch, kde dosahují i dlouhých postřiků. Spotřeba vody i pracovní tlak jsou obdobné nebo mírně vyšší než u rotačních postřikovačů. [11]

Potrubní rozvody a přípojky postřikovačů

Základním trubním materiálem je polyetylen. Jeho výhodou je vysoká odolnost proti UV záření, odolnost proti mrazu, vysoká pevnost, pružnost, ohebnost a přijatelná cena. Pro hlavní trubní rozvody lze použít dva typy:

- nízkohustotní LD-PE (pro menší profily)
- vysokohustotní HD-PE (pro větší profily)

Oba typy lze snadno spojovat pomocí šroubovaných mechanických spojek nebo svařováním. Pro připojení k postřikovačům této kategorie závlahových systémů se používá speciální flexibilní potrubí o průměru 16–20 mm. Každý výrobce má většinou svůj vlastní systém. [11]

4.7.5 Mikrozávlaha

Obliba této metody (nazývané také závlaha mikro odkapem) na celém světě stoupá, v prvé řadě z důvodu velmi vysoké účinnosti závlahy. Při této metodě nedochází ke ztrátě vypařováním nebo odtokem. Protože pro přepravu vody zde nejdou žádné pohyblivé části, nedochází k odtékání vody z povrchu a kapková závlaha je tedy ideální na svazích nebo v hornatých oblastech. [11]

Mikrozávlahy se nejčastěji využívají v zemědělských kulturách. Především v sadech, chmelnicích, vinicích i pro některé druhy zeleniny a ovoce. Své využití najdou i u rodinných domů pro závlahy menších zahrádek se zeleninou nebo pro závlahu okrasných zahrad, živých plotů apod. [11]

Výhodou mikrozávlah je úspora vody až 50 %, přesné bodové dávkování doplňkové vody pro určitou rostlinu, nízké nároky na provozní tlak, úspora energie a trubních materiálů, využívání i ve svažitéjších lokalitách atp. Naopak nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a také vyšší požadavky na kvalitu vody. [11]

Mikrozávlahu rozdělujeme na 3 odvětví, kterými jsou:

- Bodová závlaha,
- Kapková závlaha,
- Mikropostřik.

Bodová závlaha

Je předchůdce závlahy kapkové. Jedná se o přesně cílenou závlahu jednotlivých rostlin pomocí kapkovačů, kapkovacích jehel nebo mikrozavlažovačů připojených na rozvodné potrubí. Kapkovače se mohou na rozvodné potrubí umísťovat libovolně podle aktuální potřeby a není nutné se držet předem daného sponu, tak jak tomu je u kapkovacího potrubí. [15]

Voda se dopravuje pomocí potrubí o malém průměru, které je opatřeno malými otvory, z nichž voda pozvolna vytéká. Tento způsob se využívá především pro stabilní závlahu kultur, jako jsou sady a vinice. Voda je přiváděna bodově ke každé rostlině zvlášť. [11]



Obr. 17 - Bodová závlaha [15]

Kapková závlaha

Jedná se o nejčastěji používaný druh mikrozávlahy. Běžně je součástí automatických závlahových systémů na zahradách rodinných domů, kde doplňuje systém výsuvných postřikovačů.

Kapkovací potrubí se používá pro závlahu živých plotů, keřů či jiných většinou okrasných výsadeb. Kapkovací potrubí se používá nejčastěji o \varnothing 16 nebo 20 mm. Jedná se o potrubí černé nebo hnědé barvy, které je po určitých vzdálenostech (spon) vybaveno integrovanými kapkovači se šesti výtakovými otvory, ze kterých vykapává/vytéká voda o průtoku 2,0 – 4,0 l/hod. Vzdálenost kapkovačů – spon – se nejčastěji používá 30 cm, ale je možné běžně zakoupit kapkovací potrubí se sponem 20, 30, 40, 50 a 60 cm.



Obr. 18 - Kapková závlaha [15]

Mikropostřik

Je rozváděn pomocí potrubí o malém průměru, na které jsou napojeny mikropostřikovače nebo rozprašovače. Tento způsob umožňuje závlahu asi 1 m až 10 m vzdálenou a je vhodný pro v řadě za sebou jdoucí rostliny. Vhodný pro sady, vinice a chmelnice.

Nevýhodou tohoto systému je jeho rozsáhlý trubní systém. Naopak výhodou oproti klasické závlaze postřikem je úspora energie, vody a vyšší kvalita zavlažování. [11]



Obr. 19 - Mikropostřik [15]

4.8 Zasakování

V dnešní době je tento způsob využití dešťových vod nejdůležitější variantou ze všech již zmíněných možností, jak dešťovou vodu využívat. Zasakování by mělo být řešeno jako jedna z přednostních variant. Díky urbanizaci území je stále častěji ovlivňován přirozený systém odtoku dešťových vod a jsou ovlivňovány i podzemní vody. Kvůli stále rozsáhlejší plošným zástavbám se zvětšuje podíl nepropustných ploch a tím dochází ke zmenšování přirozeného doplňování zásob podzemní vody. Umělou infiltrací neboli zasakováním srážkových vod z povrchového odtoku navracíme částečný přirozený režim podzemních vod. [4]

4.8.1 Legislativa

Zasakování je ovlivněno řadou předpokladů a podmínek. Jedna z prvních podmínek je dána příslušnou legislativou. Vodní zákon 254/2001 Sb. Stavební zákon 183/2006 Sb. v platném znění. Zákon udává stavebníkům při provádění staveb, aby zajistili vsakování nebo zadržování srážkových vod.

Dále pak prováděcí vyhlášky 268/2009 Sb. a 501/2006 Sb. uvádí, že odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch má být přednostně vsakováním. Přímo pro vsakování dešťových vod byla vydána norma ČSN 75 9010. Dále také technická norma vodního hospodářství TNV 75 9011, která řeší proveditelnost, přípustnost a volbu technického řešení při zasakování. Mezi další související podmínky se zasakováním, které obsahuje Vodní zákon, patří také nakládání s odpadními vodami a jejich vypouštění do podzemních vod, které je i nadále udělováno pouze výjimečně. [4]

4.8.2 Předpoklady pro vsakování

Hlavním předpokladem pro zasakovací objekt je umístění neboli prostorové možnosti. Příkladá se důraz na umístění objektů jak stávajících, tak nově vyvržených v řešeném zájmovém území. Při návrhu zasakovacího zařízení je důležité dbát na zakládání a statické, popřípadě stabilní požadavky. Výše zmíněné předpoklady jsou důležitou součástí při návrhu velikosti vsakovací plochy a retenčních objemů vsakovacího objekt. Důležitou informací je i také, v jaké hloubce bude vsakovací objekt uložen, aby nebyl, popřípadě ovlivňován hladinou podzemní vody.

Mezi zohledňujícími faktory jsou především geologické a hydrogeologické podmínky, podle kterých se vsakovací objekt navrhuje – typ vsakovacího prvku, množství vsakované vody apod. Bylo by vhodné zmínit, že vsakovací objekt se umísťuje buď na povrch, tedy na zem nebo se vkládá pod povrch. K tomu abychom mohli určit, jaký typ zasakovacího objektu zvolíme, musíme v zájmovém území provést tzv. geologické průzkumy. Předpokladem pro vsakování srážkových vod je propustné horninové prostředí, které je schopno odvádět vsakované vody. [4]

Pokud se jedná o morfologii, musíme zde také zmínit sklon terénu, který by neměl být zejména u plošného vsakování více než 5 %. V případech vyšších sklonů je vsakování nevhodné či neproveditelné. Dalšími aspekty ovlivňující vsakování je poměr připojené

redukované odvodňované plochy a vsakovací plochy vsakovacího zařízení A_{red}/A_{vsak} , který je směrodatný pro hydraulické zatížení vsakovacího zařízení a jeho čistící účinek; čím nižší je hydraulické zatížení zařízení, tím vyšší je jeho čistící účinek. [5]

Dalším ovlivňujícím faktorem je jakost srážkové vody, která může nepříznivě ovlivnit jakost podzemní vody. Dle normy ČSN 75 9010 musí být minimální hladina podzemní vody 1 až 1,5 m pod základovou spárou vsakovacího zařízení. Pro vsakování je však optimální hladina podzemní vody 3 až 5 m od základové spáry vsakovacího objektu. [4]

4.8.3 Návrh vsakovacího zařízení

Při návrhu vsakovacího zařízení musíme určit velikost retenčního objemu a dobu prázdnění, která by měla být kratší než 72 hodin. Podkladem pro návrh vsakovacího zařízení je koeficient vsaku, úhrn srážek při určité periodicitě a době trvání srážek, a nakonec velikost jak odvodňované, tak vsakovací plochy. Při návrhu vsakovacího zařízení je třeba myslet na vhodný bezpečnostní přepad vsakovacího zařízení buď na povrch pozemku, nebo do jednotné kanalizace. Při umístění vsakovacího zařízení na pozemku je třeba dodržet určitou vzdálenost od objektů a podzemních staveb, aby nedošlo k jejich vyplavení vlivem vztlakové síly. [12]

4.8.4 Rozdělení vsakovacích zařízení

Vsakovací zařízení, jak již bylo uvedeno, rozdělujeme na nadzemní a podzemní. Mezi nadzemní vsakovací zařízení patří plošné vsakování (umělá vsakovací plocha), vsakovací průlehy, vsakovací rýhy, vsakovací suché vodní nádrže a malé vodní nádrže. [4]

Výhodou nadzemního vsakování je, že se dešťová voda čistí přes humusovou vrstvu. Ta umožňuje separaci různých druhů znečištění. Nevýhodou je otevřená vodní plocha, na kterou dopadají srážky, proto musíme počítat i s následným odvodněním. [12]



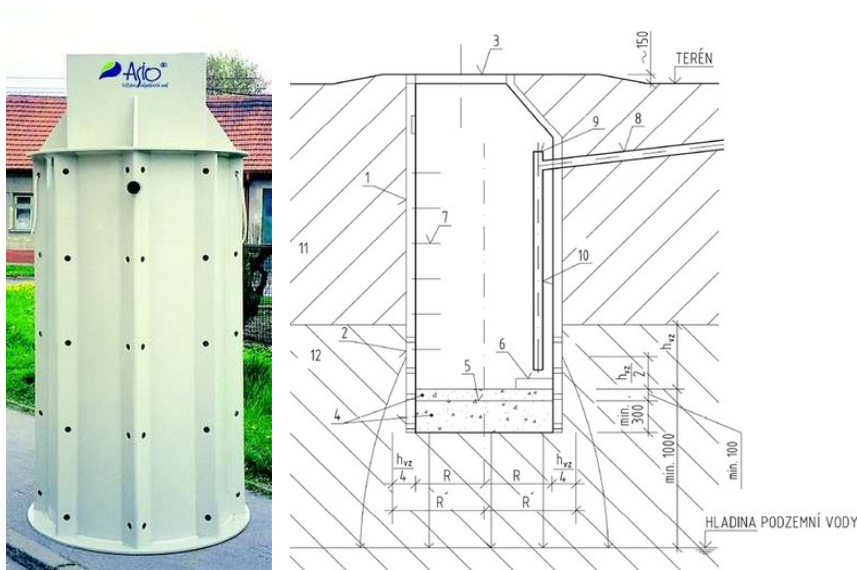
Obr. 20 - Povrchová vsakovací nádrž [12]

Podzemní vsakovací zařízení může být koncipováno jako podzemní prostor vyplněný štěrkem s drenážním rozvodným potrubím. Výhodou tohoto systému jsou nízké pořizovací náklady na samotný objekt. Nevýhodou je oproti jiným podzemním objektům nižší životnost a náklady na obnovu v hodnotě pořizovací ceny a také vyšší cena souvisejících zemních prací vzhledem k tomu, že cca 75 % objemu je zaplněno štěrkem a pouze 25 % je využitelných jako čistý retenční objem vsakovacího zařízení. Tím se náklady na pořízení z větší části vyrovnají s ostatními podzemními objekty.



Obr. 21 - Podzemní vsakovací objekt vyplněný štěrkem [12]

Dalším typem podzemního zařízení je vsakovací šachta. Výhodou tohoto zařízení je jeho jednoduchost, možnost přístupné revize, snadná obnova a nenáročné finanční náklady na výstavbu. Ovšem nevýhodou je jeho omezená vsakovací plocha. Kvůli nepříznivým podmínkám se u nás v České republice využívá společně s jinými retenčními prvky. Této kombinace se využívá v místech, kde jsou vhodné podmínky pro zasakování do hlubších vrstev. [12]



Obr. 22 - Podzemní vsakovací šachta [12]

Posledním typem vsakovacího zařízení je objekt z vsakovacích bloků. Plastové vsakovací bloky jsou moderním způsobem vsakování dešťových vod. Jejich konstrukce je vytvořená tak, aby byl maximálně efektivně využit celý objem vsakovacího objektu, který je v tomto případě volný a jeho kapacita je přibližně rovna jeho objemu. Takto vytvořený objekt je tedy vhodný pro akumulaci i nárazového intenzivního deště a následně postupné zasakování srážkových vod.

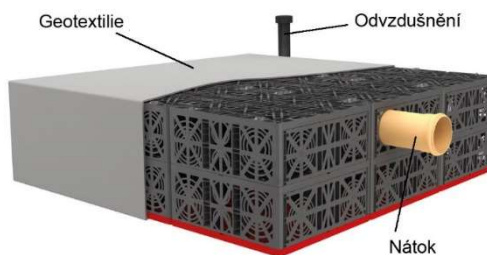
Další výhodou takto vytvořeného vsakovacího zařízení je možnost revize, čistitelnost a materiálové provedení, což souhrnně znamená mnohonásobně vyšší životnost než v případě šterkového vsakovacího objektu. V neposlední řadě jsou takto tvořené objekty lehké a skladné, což zjednodušuje dopravu na stavbu i samotnou montáž. [12]

Plastové bloky vsakovacího systému mohou být tunelového tvaru, skládající se z lehké, plastové, půlkruhové schránky (schránek), která je uzavřena z obou stran plastovými čely. Tím je vytvořen podzemní prostor s velkou téměř 100% zásobní kapacitou. Tunely je možné skládat za sebe, případně rozdělit objekt na více řad paralelně vedle sebe.



Obr. 23 - Vsakovací tunelový objekt [12]

Druhým typem plastových bloků jsou hranaté bloky voštinového typu, které je navíc možné skládat ve vrstvách na sebe, čímž umožňují velkou variabilitu rozměrů celého zařízení. Voštinové bloky se pokládají na štěrkový podklad s rozvodným potrubím a oddělují se od okolních vrstev geotextilií, bránící zanesení objektu obsypem. Oba typy těchto objektů je stejně jako ostatní podzemní vsakovací objekty třeba odvědušnit, aby mohl být objekt rovnoměrně plněn vodou, přičemž je z objektu vytlačován vzduch. [12]



Obr. 24 - Voštinový zasakovací blok [12]

5 PRAKTICKÁ ČÁST

Pro praktické využití teoretické části bude aplikován závlahový systém pro rodinný dům v obci Moravské Křižánky, kraj Vysočina. V posledních letech se Česká republika potýká s nedostatkem vody jak podzemní, tak tekoucí. I ve vláhově vyrovnaných oblastech, jako je území Žďárských vrchů, se začíná projevovat nedostatek vody, a proto je nutné více využívat zdrojů, které v minulých letech takřka nebyly potřeba.

5.1 Řešená lokalita

5.1.1 Současný stav

Na řešeném pozemku v současném stavu není řešena akumulace a využití dešťových vod. Odtok ze střech rodinného domu a technické hospodářské budovy, jež stojí na řešeném pozemku je sveden potrubím pod místní komunikací a pozemky do místního potoka.

Na pozemku je soustava svodného potrubí s šachtami, které odvádí vodu pryč z pozemku. Nachází se zde i staré drenážní potrubí, které odvádí vodu ze zatopeného území nad technickohospodářskou budovou. Vydátnost drenážní soustavy byla v jarních měsících dostačující a do budoucna pro využití podzemní vody pro zájmové účely bude dostačující. Avšak v letních měsících na tuto vodu nesmíme spoléhat, v posledních letech i tato lokalita vysychá. Jsou zde také odvodňovány zpevněné plochy v podobě zámkové dlažby, která je ale poměrně výrazně znečišťována ropnými i jinými látkami.

Rodinný dům čerpá pitnou vodu ze studny, která má větší vydátnost, a tedy dostačující kapacity a může být použita pro doplnění závlahové vody v sušších obdobích.

Travnaté plochy a okrasné výsadby v posledních sušších létech trpí nedostatkem vláhy a často prosychají, proto bude navrženo využití dešťových vod pro závlahu těchto pozemků.

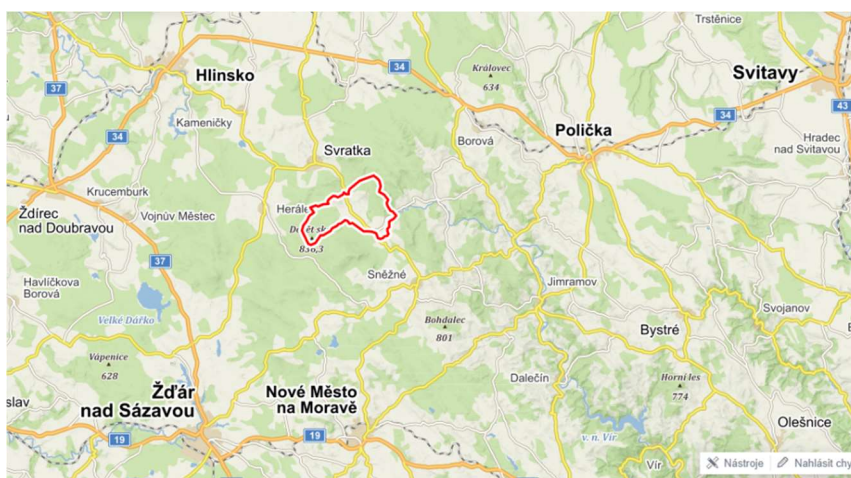
5.1.2 Obec Křižánky

Obec Křižánky se nachází v okrese Žďár nad Sázavou v kraji Vysočina asi 25 km severovýchodně od okresního města Žďár nad Sázavou nebo 19 km od města Nového města na Moravě. Leží v CHKO Žďárské vrchy a skládá se ze třech místních částí – Moravské Křižánky, České Křižánky a České Milovy. Obcí prochází silnice II. třídy č. 354 a k 1. 1. 2019 zde žije 402 obyvatel. Průměrná nadmořská výška obce je 605-640 m n. m, lze ji tedy považovat za velice výškově členité území. Obec leží ve třech k.ú. - České Křižánky (676438), Moravské Křižánky (676446) a České Milovy (695220). Zájmové území se však nachází v k.ú. Moravské Křižánky (676446) s katastrální rozlohou 6,14 km². [16] [17]

Obcí protéká řeka Svratka, která odděluje historicky území jednotlivých částí obce. V katastrálním území se nachází dvě malé vodní nádrže s názvy Kyšperský rybník a rybník Řásník. Oba rybníky slouží pro rybochovné účely a naše zájmové území nijak

neovlivňují. Kyšperským rybníkem protéká Kyšperský potok, který ústí do řeky Svratky. Rybníkem s názvem Řásník protéká Studený potok, který také ústí do řeky Svratky.

Obec je zasíťovaná pouze vysokonapětovým elektrickým vedením, lokální veřejnou jednotnou kanalizací, telekomunikační sítí a středotlakým plynovým vedením. Naopak chybí vodovod, který je prozatím v řešení rozvoje obce. Každý, kdo není připojen na stávající veřejnou kanalizaci, si řeší odpadní vody samostatně, pomocí septiků s následným vyvažením prostřednictvím fekálních vozů. To je případ i řešeného rodinného domu, kde napojení na vodovodní a kanalizační síť není možný z důvodu zcela chybějících sítí na tomto konci obce.



Obr. 25 - Řešená lokalita obce Moravské Křižánky [18]

5.1.3 Zájmové území

Závlaha bude řešena u rodinného domu s parcelním číslem st. 158 a číslem popisným 85 a s hospodářsko-technickou budovou s parcelním číslem 222. Pozemek se nachází v mírném svažitém území s minimálními úpravami terénu při výstavbě domu. Rodinný dům je řešen jako dvougenerační dvoupatrový dům s podkrovím. Hospodářsko-technická budova v minulém století sloužila pro chov dobytka a zemědělskou činnost. Nyní se budova využívá jako garáž s technickými prostory. Budova je jednopodlažní s podkrovím. Celková rozloha zájmového území činí přibližně 2430 m². Rozloha půdorysných rozměrů střech obou stavebních objektů činí 400 m². V řešeném území se nachází zpevněná příjezdová komunikace vyložená zámkovou dlažbou o ploše 230 m², zatravněné a okrasné plochy o rozloze 1800 m².



Obr. 26 - Zájmové území rodinného domu [18]

5.1.4 Hydrologické poměry

Tabulka 8 - Hydrologické poměry

Hlavní půdní jednotka:	36
Klimatický region:	chladný, vlhký (CH)
Genetický půdní představitel:	kryptopodzol modální (KPm), podzol modální (PZm), kambizem dystrická (KAd), kambizem modální mesobazická (KAma'), podzol (PZz'), podzol humózní (PZh'), podzol arenický (PZr), podzol ortšejnový (PZy')
BPEJ:	9.36.21
Půdotvorný substrát:	různé substráty
Skupina půdních typů:	kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly

Hledaná bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do devátého klimatického regionu, který je v podstatě totožný s horskou oblastí stanovištních jednotek. Zaujímá zemědělskou půdu ve všech okrajových pohořích Čech a Moravy, kromě toho pak nejvyšší část Českomoravské vrchoviny (Žďárské vrchy).

Nejbližší hydrogeologický vrt se nachází přímo v řešené oblasti zájmového území. Vrt s označením 655409 (původní název Ky-3) byl vrtán v roce 2003 za účelem vybudovat vrtanou studnu. Jedná se o vrt svislý s hloubkou dosahující 25 m. Zastižený kvartál v hloubce 0,3 m s první horninou pod kvartálem eluvium. Hladina podzemní vody není uvedena, však využitelná vydatnost činí $0,015 \text{ l.s}^{-1}$. Koeficient vsaku K_v byl určen vsakovou zkouškou na hodnotu $3 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. [19] [20] [21]

5.1.5 Hydropedologická charakteristika

Půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [21]

Tabulka 9 - Hydropedologická charakteristika [21]

Hydropedologická charakteristika	Rozsah hodnot	Kategorie
Hydrologická skupina	0.1–0.2 mm.min ⁻¹	B – půdy se střední rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0.15 - 0.20 mm.min ⁻¹	vyšší střední
Retenční vodní kapacita	160–220 l.m ⁻²	střední
Využitelná vodní kapacita	110–149 l.m ⁻²	střední

5.1.6 Hydrologické poměry

Územní srážky pro kraj Vysočina. [22]

Vysvětlivky:

S = úhrn srážek [mm]

N = dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]

% = úhrn srážek v % normálu 1981–2010

Tabulka 10 - Územní srážky v letech 2016–2019 [22]

Rok 2016 - Kraj Vysočina

	Měsíc												Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S	33	51	33	36	57	65	113	25	14	54	35	33	551
N	44	38	48	41	71	75	87	80	56	39	46	47	673
%	75	134	69	88	80	87	130	31	25	138	76	70	82

	Měsíc												Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S	34	23	43	83	39	60	103	46	63	82	43	32	652
N	44	38	48	41	71	75	87	80	56	39	46	47	673
%	77	61	90	202	55	80	118	58	113	210	93	68	97

	Měsíc												Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S	43	19	22	19	59	76	37	37	78	35	26	68	517
N	44	38	48	41	71	75	87	80	56	39	46	47	673
%	98	50	46	46	83	101	43	46	139	90	57	145	77

	Měsíc												Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S	77	30	54	15	108	56	59	67	59	40	44	38	645
N	44	38	48	41	71	75	87	80	56	39	46	47	673
%	175	79	113	37	152	75	68	84	105	103	96	81	96

Z tabulek vyplývá, že v posledních letech jsou územní srážky v kraji Vysočina menší oproti dlouhodobému srážkovému normálu. Data jsou však pro celou oblast kraje Vysočina, a tedy hodnoty se mohou výrazně lišit od hodnot dlouhodobého srážkového úhrnu v lokálních oblastech kraje Vysočiny.

Proto byly pro řešenou oblast použity hodnoty z nejbližší srážkoměrné stanice v obci Milovy vzdálenou 1 kilometr od zkoumané oblasti.

Hodnoty měsíčních srážek byly vypsány z knihy ZÍTEK, Josef. Podnebí ČSSR: Tabulky z let 1901–1950 pro srážkoměrnou stanici v obci Milovy.

5.1.7 Geodetické zaměření

Součástí této práce bylo i geodetické zaměření. Byla nutná znalost výškového převýšení pro správný návrh ponorného čerpadla s dostatečnou výtlakovou výškou. Geodetické měření provedl osobně autor této bakalářské práce.

Nejbližší nivelační bod se známou výškou leží nedaleko řešeného území. Nivelační bod Kb3-42 s nadmořskou výškou 604,013 m n. m. Tento nivelační bod byl využit k převedení nadmořské výšky na pevný bod, v tomto případě horní hrana betonové skruže studny, v řešeném území metodou technické nivelace. Studna s nadmořskou výškou 603,86 m n.m. poté posloužila jako začáteční výškový bod pro plošnou nivelaci celého zájmového území.

Všechny podklady geodetického měření jsou v příloze A.4 – GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ.

5.2 Princip navrhovaného řešení

Řešení využití dešťové vody v okolí daného rodinného domu bude zahrnovat úpravu stávajících svodů dešťové vody a vybudování nových, vybudování nově navržené akumulární nádrže a kompletní závlahový systém zatravněné plochy, okrasné plochy a okrasného živého plotu. Dále zde bude navržen vsakovací objekt tak, aby bylo maximální dešťové vody využito pro závlahu či obohacení zásob podzemní vody.

První fází hospodaření s dešťovou vodou bude návrh akumulární nádrže a určení optimálního objemu. V nádrži pak bude zabudované ponorné čerpadlo, které bude čerpat vodu do celého závlahového systému. Celý systém závlahy bude navržen pro zatravněné plochy, okrasné plochy a okrasné živé ploty. V případě bezdeštného období bude voda doplňována

z místních zdrojů pitné vody, tedy ze studní. K zavlažení a doplnění dešťové vody se bude využívat zdroj podzemní vody ze zamokřené oblasti, kde je již vybudované drenážní potrubí pro snížení hladiny podzemní vody.

Nadbytečné množství vody bude z akumulární nádrže odvedeno přepadovým potrubím do vsakovacího objektu.

5.3 Bilance množství vody

5.3.1 Měsíční bilance srážek

Hodnoty měsíčních srážek byly vypsány z knihy ZÍTEK, Josef. Podnebí ČSSR: Tabulky z let 1901–1950 pro srážkoměrnou stanici v obci Milovy. Je zde vypočítán objem srážek, vynásobením měsíční srážky a sběrné plochy střechy. Odtokový součinitel je počítán 1,0.

5.3.2 Potřeba závlahové vody

Dále pak je určeno množství vody potřebné k celkové závlaze součtem potřeby pro postřikovače a potřeby kapkové závlahy. Jednotlivé objemy jsou uvedeny v příloze A.1 – ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM.

Samotný výpočet bilance srážkové vody byl vypočítán typickým způsobem. Pro zálivku travnatých ploch se bere cca 20-30 mm týdně.

5.3.3 Bilance zdrojů vody

Tabulka 11 - Měsíční bilance srážek

Měsíc	Srážkový úhrn [mm]	Plocha sběrných střech [m ²]	Objem srážek [m ³]	Měsíční závlahová dávka [mm]	Plocha zavl. území [m ²]	Potřeba vody [m ³]	Deficit závlahové dávky [mm]	Deficitní potřeba vody [m ³]
Leden	57.0	400.0	22.8	0.0	1800.0	0.0	0.0	0.0
Únor	50.0		20.0	0.0		0.0	0.0	0.0
Březen	49.0		19.6	0.0		0.0	0.0	0.0
Duben	63.0		25.2	80.0		144.0	81.0	145.8
Květen	76.0		30.4	80.0		144.0	68.0	122.4
Červen	84.0		33.6	80.0		144.0	60.0	108.0
Červenec	102.0		40.8	80.0		144.0	42.0	75.6
Srpen	95.0		38.0	80.0		144.0	49.0	88.2
Září	66.0		26.4	80.0		144.0	78.0	140.4
Říjen	64.0		25.6	0.0		0.0	0.0	0.0
Listopad	64.0		25.6	0.0		0.0	0.0	0.0
Prosinec	62.0		24.8	0.0		0.0	0.0	0.0

Z tabulky vyplývá, že se bude zavlažovat pouze během vegetačního období, které je od dubna do konce září. Také vidíme, že využijeme ve třech měsících dešťových srážek z akumulční nádrže na závlahu zatravněné plochy (odtokový součinitel ze střech = 1,0). Rozdíl v mm potřebných pro doplnění závlahy byl vynásoben plochou zavlažovaného území. Bylo zjištěno, že v měsících duben, květen a září bude deficit potřeby vody a tyto měsíce by se měla k přirozené závlaze v podobě deště doplnit i závlaha ze zadržené vody ze střech.

5.3.4 Výpočet množství dešťových vod z přívalové srážky

Výpočet povrchového odtoku srážkových vod byl proveden dle rovnice (1) uvedené v kapitole 3.3 Povrchový odtok dešťových vod. Součinitel odtoku ψ byl stanoven na 1,0 na základě normy ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Střešní plocha S_s dvou budov nacházejících se na řešeném území byla zaměřena na 0,04 ha. Intenzita deště byla zvolena dle Truplových diagramů a nejbližší stanice ve městě Poličce na 116 l/s/ha při 15minutovém dešti o periodicitě 1.

$$Q = \psi \cdot S_s \cdot q_s$$

$$Q = 1,0 \cdot 0,04 \cdot 0,116 = 0,005 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

Množství (objem) srážkových vod stanovíme pomocí vypočítaného průtoku a dobu trvání návrhového deště, který činí 15 minut.

$$V = Q \cdot 60 \cdot 15$$

$$V = 0,005 \cdot 60 \cdot 15 = 4,18 \text{ m}^3$$

5.4 Akumulace a zasakování

5.4.1 Akumulace srážkových vod

Z důvodu akumulace co největšího množství vod pro závlahu byla vybrána nádrž o větším objemu, tj. cca 12 m³. Větší nádrž nebyla navržena z důvodu již tak hlubokého uložení přírodního dešťového potrubí a tím velkých výkopových prací. Z důvodu větší nátokové hloubky byla vybrána betonová nádrž s označením PNK-Q.1 250/250 BZP od společnosti PREFA BRNO se zákrytovou deskou s označením PNK-Q.1 250/25 ZDP 1K100 DIN od stejné firmy. Vybavenost nádrže poté zajistí vnitřní uspořádání komponentů, které nabízí firma ASIO New ve svých nádržích s označením AS-REWA Kombi. Nádrž bude zajišťovat filtraci dešťových vod, akumulaci a čerpání vody do rozvodů závlahového systému.

Zvolená nádrž bude vyhovovat všem okolnostem a požadavkům vnějších vlivů jako je hluboká nátoková výška, bude umístěna tak aby zákrytová deska byla pod hranicí nezámrazné hloubky. Z tohoto důvodu bude nádrž opatřena vstupním komínem a litinovým poklopem.

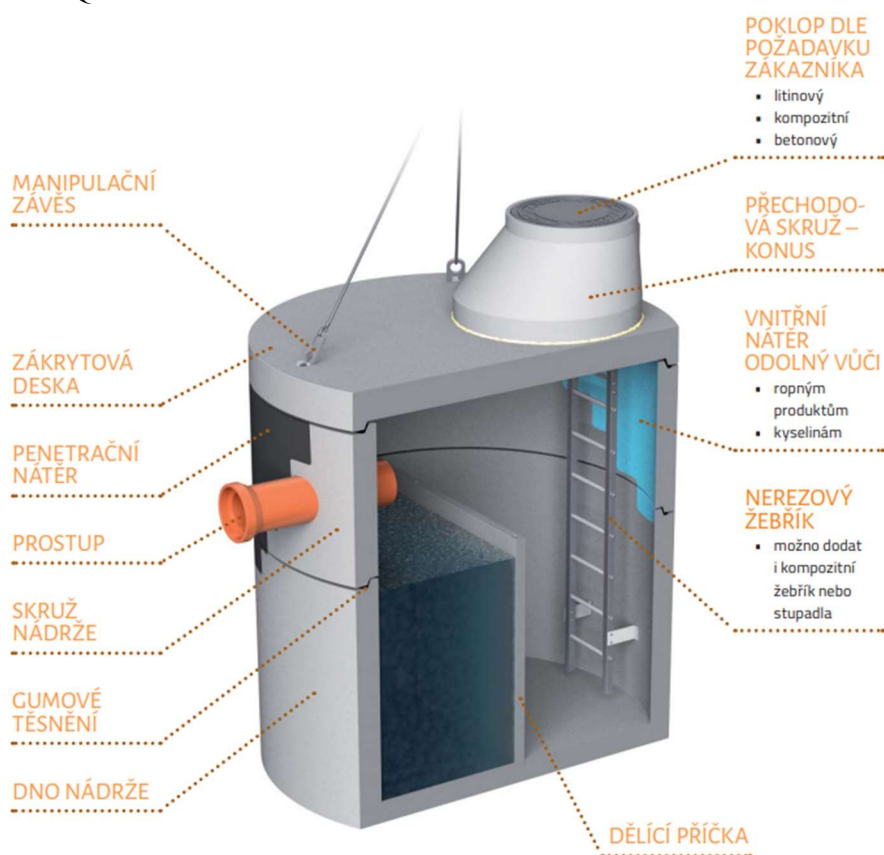
Akumulační nádrž s označením PNK-Q.1 250/250 BZP o objemu 12,27 m³ má půdorysný průměr válce 2500/2500 a celková výška i s navrženým vstupním komínem 3,95 m. Do akumulční nádrže bude ústít nátokové potrubí KG DN 160 ve výšce z vnější

strany nádrže 2,4 m. Odtokové neboli přepadové potrubí bude o 50 mm umístěno níže, tedy ve výšce 2,35 m (kótováno od spodní hrany nádrže). Viz výkres B.4 - AKUMULAČNÍ NÁDRŽ.

Nádrž bude umístěna na 0,25 m tlustou podkladní vrstvu šterku do výkopu hlubokého 4,2 m. Stěny výkopu budou zajištěny pažením, nebo sklonem svahu 10:1.

Vstupní komínek bude tvořen z prefabrikovaných skruží od firmy PREFA BRNO.

- TBW - Q.1 63/4,
- LITINOVÝ POKLOP KD05 DN600-D400,
- TBR-Q.1 100-63/58/12,
- TBS-Q.1 100/25/12

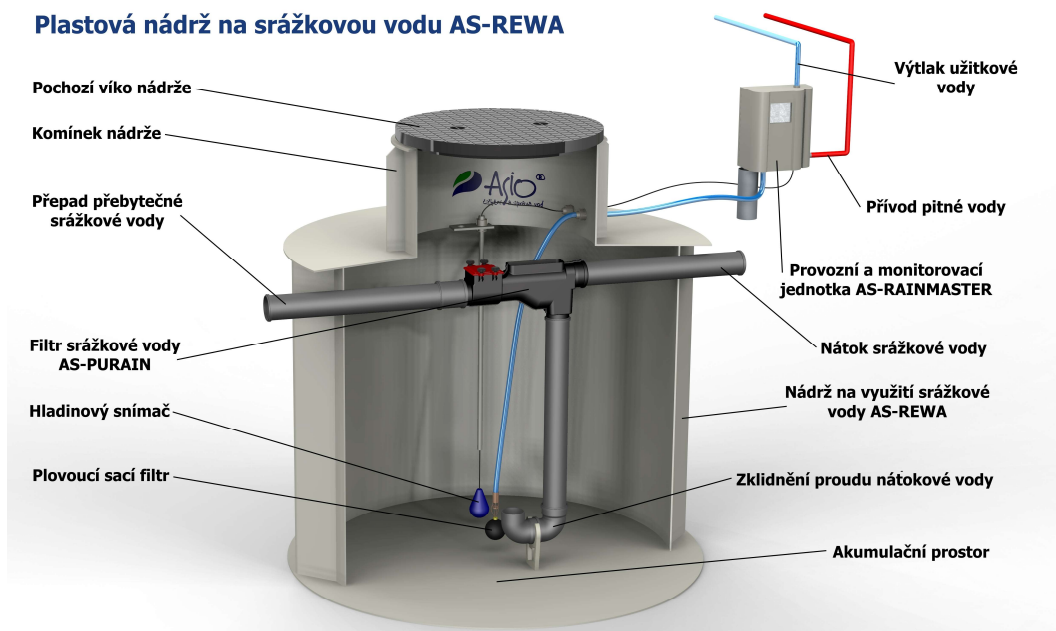


Obr. 27 - Betonová válcová nádrž na dešťovou vodu, Prefa Brno [9]

Ovládací jednotka a rozvaděč bude umístěn v garáži rodinného domu. Z důvodu umístění nátokového a přepadového potrubí bude snížen akumulací objem nádrže. Maximální hladina v nádrži bude ve výšce 2,20 m a akumulací objem s touto výškou bude činit 10,8 m³. Tento objem pojme více než dva návrhové intenzitní deště. Potrubí v nádrži bude převzato a dodáno od firmy ASIO New. Nátokové potrubí bude redukcí DN160/110 zmenšeno tak aby se dal zapojit filtr AS-PURAIN. Z něj bude vyvedeno ukliďovací potrubí KG DN110 ke dnu nádrže. Viz výkres B.4 - AKUMULAČNÍ NÁDRŽ.

Při nadbytečném množství dešťových vod bude jejich odtok soustředěn do nainstalovaného přepadového potrubí, které bude z důvodu chybějící kanalizační sítě zaústěno do vsakovacího objektu.

Ponorné čerpadlo bude zajišťovat potřebný průtok k jednotlivým sekcím závlahového zařízení.



Obr. 28 - Plastová nádrž na srážkovou vodu AS – REWA [9]

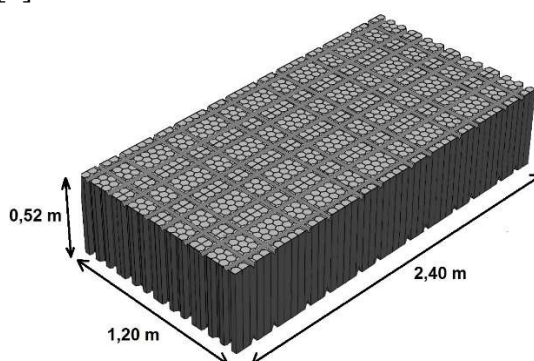
5.4.2 Vsakovací objekt

Vsakovací objekt, jak již bylo zmíněno bude navazovat prostřednictvím přepadového potrubí na akumulční nádrž. Dešťová voda, která nebude využita pro závlahu, se zde bude akumulovat a následně vsakovat. Při předpokladu, že by zde došlo k přeplnění vsakovacího objektu, bude zde zřízen nouzový přepad, který bude zaústěn do stávajícího potrubí, které bude odvádět přebytečnou vodu pryč z pozemku.

Vsakovací objekt bude sestaven ze dvou voštinových bloků, které budou instalovány v hloubce 2,0 m z důvodu hlubokého uložení nátokové potrubí. Opět se bude jednat o zařízení od společnosti ASIO. AS – NIDAFLOW jsou voštinové bloky z propylenu se strukturou včelí plástve a průtočnými horizontálními drážkami. Tyto bloky jsou určeny k vytvoření podzemního prostoru, který slouží k retenci dešťových vod. Svoji lehkou konstrukcí umožňují jednoduchou a rychlou ruční manipulaci při instalaci.

Vsakovací objekt umožňuje rozvádět akumulovanou dešťovou vodu ve vertikálním i horizontálním směru. Rychlý rozptyl dešťové vody v celém retenčním prostoru je zajištěn průtočnými drážkami na povrchu vsakovacího bloku. K rozvodu vody se používá drenážní potrubí, které je uloženo ve vrstvě šterku pod / nad / nebo uvnitř retenčního objektu. K bezproblémovému plnění a prázdnění bloků slouží odvzdušňovací potrubí nad bloky. Drenážní potrubí je zaústěno do revizní šachty. V tomto případě nebude revizní šachta zapotřebí.

Výpočet byl proveden za pomoci výpočetního programu od společnosti ASIO a je uveden v příloze A.2 – VSAKOVACÍ OBJEKT. Návrh je proveden pro celkové množství vody z přívalové srážky pro měsíce, kdy nebude voda využívána pro závlahu a akumulční nádrž tedy bude plná a nebude již žádný objem zachycovat. Použité vzorce ve výpočetním programu korespondují s normou ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Tento způsob patří mezi finančně náročnější. Jsou známi i podstatně levnější varianty, jak vsakovací objekt vystavit. Nabízí se např. vsakovací rýhy vyplněné propustným štěrkem o frakci 16/32 mm s retencí a vsakováním do propustnějších půdních a horninových vrstev. [5]



Obr. 29 - Vsakovací voštinový blok AS-NIDAFLOW [9]

5.5 Závlahový systém

Celý závlahový systém bude tvořen čerpáním z akumulční nádrže, kapkovou závlahou a postřikovači. Celková plocha zavlažování kapkovou závlahou činí 200,00 m². Plocha zavlažování zatravněné plochy prostřednictvím postřikovačů činí 1600,00 m². Celý systém bude opatřen přívodním potrubím z akumulční nádrže, dále pak rozvodným potrubím do 4 ventilových šachet s elektromagnetickými ventily, ze kterých je nataženo potrubí k jednotlivým postřikovačům dané sekce.

Závlahový systém s postřikovači je rozdělen do 6 sekcí, kapková závlaha je rozdělena do 2 sekcí. Celý závlahový systém je navržen se zařízeními od společnosti Hunter – Závlahové systémy. Informace o výrobci a produktech jsou dostupné na webové stránce [23]

5.5.1 Kapková závlaha

Kapková závlaha je umístěna na povrchu půdy okrasného živého plotu o rozloze 63 m² a dále bude stejným způsobem sezóně zavlažována i okrasná plocha kolem dvou jezírek s okrasnými dřevinami a rostlinstvem o rozloze 124 m².

Pro obě sekce je navržena kapková závlaha od společnosti TORO DRIP IN PC 16 mm s průtokem 2,0 l/hod, spon kapkovačů činí 33 cm a balení obsahuje 100m hadice a příslušenství kompatibilní s nástrčnými 16 mm tvarovkami. Při sponu 33 mm vychází 9 kapkovačů na jeden metr čtvereční. Tento systém bude opatřen filtrací 120 mesh, která je doporučena výrobcem.

Z důvodu nedostatku vody se projevují nežádoucí vjemy i na místech, které v minulých letech nebylo potřeba řešit. Okrasný živý plot o rozloze 63 m² je vysázen ze smrků. Potřebné závlahové množství pro správný růst rostliny byl určen na 10 mm za týden. Jelikož do současného stavu byly rostlé smrčky postiženy suššími klimatickými vlivy, odhaduji, že toto závlahové množství bude do budoucna dostačující. Tato sekce bude spouštěna dohromady se sekci 1.

Okrasná plocha o rozloze 124 m² je součástí vybudovaného systému dvou jezírek a okrasné skalky. Závlahové potrubí bude vedeno po povrchu, tedy pod kůrovou mulčí mezi okrasnými dřevinami. Stanovené potřebné závlahové množství volím 10 mm za týden. Bude rozdělena do 4 jednotlivých sekcí po 100 m tak aby se zamezilo snížení tlaku a uchovalo rovnoměrné závlahové množství.

Veškeré výpočty pro kapkovou závlahu naleznete v příloze A.1 – ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM. [24]



Obr. 30 - Kapkovací hadice [24]

5.5.2 Postřikovače

Závlahový systém pro zatravněnou plochu zahrady byl rozdělen do 6 sekcí na ploše 1800 m². Pro každou sekci byl použit postřikovač od výrobce Hunter, typu PRO SPRAY, model PROS 0,6 zátěžový s výsuvem 15 cm. Pro každý postřikovač z jednotlivých sekcí byla navržena nastavitelná tryska s různými výsečemi, dle vhodnosti pokrytí plochy, tak aby bylo vždy dodrženo překrytí jednotlivých postřikovačů. Podrobnější informace k jednotlivým sekcím jsou rozepsány v příloze A.1 – ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM.

Celkový potřebný objem pro závlahu závlahy činí 18 m³ při intenzitě 10 mm/hod a při minimálním potřebném množství vody zatravněných ploch 20 mm/týdně budou sekce spouštěny 2krát týdně. Vypočtený objem při určité potřebě vody na celkovou závlahu postřikovači vyšel příliš velký. Tento problém můžeme vyřešit odečtením spadených srážek na zavlažované území a tím snížit potřebný celkový objem zachycené dešťové vody na závlahu postřikovači. Tento postup se však nedoporučuje, z důvodu spoléhání na klimatické vlivy. Dále můžeme využít vodu podzemní ze studen či z drenážního systému.

Celý systém bude propojen přívodním potrubím z materiálu Polyethylen s vysokou hustotou, dále jen HDPE. Taktéž rozvodné potrubí k jednotlivým postřikovačům je navrženo z HDPE o různých světlostech potrubí, které se pohybuje v rozmezí DN16 až DN40. Tyto jmenovité světlosti byly navrženy dle ŠEREK, Milan a Jan ŠÁLEK. Inženýrské sítě a závlahové stavby: Vodohospodářské tabulky.

Důležitou součástí systému jsou ventilové šachty. Celkem zde byly navrženy 3 ventilové šachty, které jsou propojeny přívodním potrubím. V první ventilové šachtě byly navrženy 2 elektromagnetické ventily pro 2 sekce, ve druhé byly navrženy 3 elektromagnetické ventily pro 3 sekce a ve třetí šachtě byly navrženy 2 elektromagnetické

ventily pro 2 sekce. Elektromagnetické ventily slouží k automatickému řízení závlahy prostřednictvím řídicí jednotky. Tyto součásti jsou dodávány se systémem.

V dnešní době je nepřeberné množství zařízení a sortimentu pro závlahy. Při průzkumu cen u jednotlivých prodejců můžeme předběžně určit přibližnou cenu celého závlahového systému. Pokud budeme uvažovat pouze počet postřikovačů, trysky, trubní systém a ventilové šachty s elektromagnetickými ventily, můžeme se vyšplhat při mém návrhu na cenový odhad přibližně 55 000 Kč, -. Do ceny nejsou zahrnuty různé tvarovky, kolena, při natažení potrubí a práce, pokud by výstavba nebyla prováděna svépomocí.



Obr. 31 - Postřikovač HUNTER Pro Spray 06–15 cm výsuv [25]



Obr. 32 - MP Rotaror – Rotační Trysky [26]

5.5.3 Čerpání

Čerpání bude zajištěno ponorným čerpadlem SB 3-45 MW od firmy Grundfos, které bude umístěno na dně akumulární nádrže. Bude opatřeno ochranným košem a bude umístěno pod přístupový otvor akumulární nádrže pro lepší údržbu a snadnější přístup.

Ponorné čerpadlo bylo vybráno na základě požadavků pro nově navržený závlahový systém v řešeném území.

Grundfos SB 3-45 MW je ponorné 5" čerpadlo určené k čerpání čisté vody pro domácí a dešťové aplikace. Výhodou je tichý provoz = nehlukná alternativa k povrchovým čerpadlům. Čerpadlo je vyrobeno z vysoce kvalitních kompozitních a nerezových materiálů odolných vůči korozi.

Parametry čerpadla a další informace naleznete v příloze A.3 – PONORNÉ ČERPADLO.

Výpočet návrhových parametrů čerpadla:

Výpočet viz příloha A.3 – PONORNÉ ČERPADLO.

Návrhový průtok: 51,64 l.min⁻¹

Potřebný přetlak: 2 bary (20 m vodního sloupce)

Převýšení: 5,0 m

Místní ztráty: 0,5 m

Délka potrubí: 73,25 m

Ztráty třením: 2,23 m

Dopravní výška: 27,73 m



Obr. 33 - Grundfos SB 3-45 MW [27]

6 ZÁVĚR

V teoretické části byly rozebrány srážkové procesy, kvalita srážkových vod, jejich znečištění a čištění. Dále pak možnosti akumulace a vsakování. Informace získané z teoretické části byly následně využity pro zpracování praktické části.

Praktická část se věnuje využití dešťových vod v okolí rodinného domu. Je zde navrhována akumulační betonová nádrž od společnosti Prefa Brno s vystrojením vnitřního akumulačního prostoru od společnosti ASIO New. Dále byl navržen vsakovací objekt AS – NIDAFLOW, který se skládá ze 2 bloků voštinového typu, také od společnosti ASIO. Tento blok bude instalován za akumulační nádrž a bude sloužit pro akumulaci přebytečné vody z nádrže a dále pak především jako vsakovací (retenční) objekt pro následnou infiltraci vody do půdy.

Další zpracovaná část je věnována závlahovému systému, který se skládá ze závlahy zatravněné plochy, okrasných ploch a živého plotu. Zatravněná plocha pozemku bude zavlažována prostřednictvím rozprašovacích postřikovačů s nastavitelnou tryskou o různých roztečích, tak aby vždy bylo splněno pokrytí zavlažované plochy s danou intenzitou. Návrh splňuje potřebnou týdenní intenzitu závlahy pro travní porosty a to 20 mm/týden. Návrh je z hlediska financí náročnější, neboť zavlažovaná plocha je pro tento systém příliš velká. Při jedné zálivce by se spotřebovalo přibližně 18 m³, což kapacitně nesplňuje bilance srážek v měsíci. Pokud bychom se rozhodli pro tento návrh bylo by nutné vodu doplňovat z jiného zdroje užitkové či pitné vody. V našem případě budeme doplňovat vodu z drenážního potrubí a studen.

V těchto případech by záleželo na investorovi, zda by vodu na zálivku chtěl doplňovat z jiných zdrojů než-li z vod dešťových. Dále zde byl zpracován návrh kapkové závlahy pro okrasný živý plot a okrasnou plochu. Lze tedy říct, že navržený komplexní systém hospodaření s dešťovou vodou pro danou lokalitu a konkrétní zahradu rodinného domu můžeme považovat za vhodný a při stejných podmínkách použitelný i pro jiné oblasti.

BIBLIOGRAFIE

- [1] KREJČÍ, Vladimír a Petr HLAVÍNEK, ed., Evžen ZEMAN, ed. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. 1. vydání. Brno: NOEL 2000, 2002. ISBN 80-86020-39-8.
- [2] ŠÁLEK, Jan, Michal KRIŠKA, Oldřich PÍREK, Karel PLOTĚNÝ, Miloš ROZKOŠNÝ a Zdeňka ŽÁKOVÁ. Voda v domě a na chatě: Využití srážkových a odpadních vod. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.
- [3] HLAVÍNEK, Petr a Petr PRAX. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. 1. vydání. Brno: ARDEC, 2007. ISBN 978-80-86020-55-6.
- [4] DUCHAN, David, Jaromír ŘÍHA a Zbyněk ZACHOVAL. Hydraulické aspekty infiltrace dešťových vod: hydraulika vsakování dešťových vod. 1. vydání. Brno: LITERA Brno, 2014. ISBN 978-80-214-5017-2.
- [5] TNV 759011 Hospodaření se srážkovými vodami. 1.vydání. Praha: Hydroprojekt, 2013.
- [6] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I): kvalita a čištění Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení. Tzbinfo.cz. 2007. Dostupné také z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>
- [7] BÖSE, Karl-Heinz. Dešťová voda pro dům a zahradu. Ostrava: HEL, 1999. ISBN 80-861-6708-9.
- [8] NÁDRŽE NA DEŠŤOVOU VODU AS-REWA. <https://www.asio.cz/> [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-rewa>
- [9] PREFA Brno a.s.: Výroba betonových a železobetonových stavebních dílců [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/nadrze-a-prostorove-prefabrikaty/nadrze-2/>
- [10] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení [online]. 2007 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [11] KRÁLOVÁ, Helena. Vodní hospodářství krajiny I: Modul MO2, Část II – Závlahy [online]. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005 [cit. 2020-06-05].

- [12] VACEK, Jan. Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod [online]. 2018 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>
- [13] Profigrass s.r.o.: TORO [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.toro-zavlahy.cz/cs>
- [14] HDPE potrubí [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.vomaplast.cz/>
- [15] IRIMON, spol. s r.o.: Mikrozávlaha [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.hunter-zavlahy.cz/>
- [16] Počet obyvatel v obcích – k 1.1.2019: Český statistický úřad [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-za0wri436p>
- [17] Obec Křižánky [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.obeckrizanky.cz/>
- [18] Mapy.cz [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.5441000&y=49.5320000&z=11>
- [19] Údaje z vrtné databáze odboru Geofond [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/gdo/d.php?item=3&ID=655409&tt_=d
- [20] Hydrogeologické zhodnocení průzkumného vrtu Ky-3, Moravské Křižánky: DATABÁZE ARCHIVU ZPRÁV A POSUDKŮ [online]. 2003 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/asgi/asg.php?item=1&tt_=D&signatura=GF%20P105361
- [21] EKatalog BPEJ - 9.36.21: Ministerstva zemědělství České republiky. [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/93621>
- [22] Územní srážky: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [23] Závlahový systém HUNTER [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://zavlahy.irimon.cz/>
- [24] Toro Drip-In® Classic and Drip-In® PC Drip Tube: Kapkovací hadice [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.toro.com.au/product/toro-drip-in-classic-and-drip-in-pc-driptube>
- [25] Postřikovač HUNTER Pro Spray 06–15 cm výsuv [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.cerpadlazavlahy.cz/postrikovac-hunter-pro-spray-06-15-cm-vysuv-products-59-1061.aspx?productcategory=534>

- [26] MP Rotaror – Rotační Trysky [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.sprinklersystem.cz/material/mp-rotator-rotacni-trysky/>
- [27] Ponorné čerpadlo: SB 3-45 MW [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?from_suid=1591384071081026955379078434816&pumpsystemid=927347774&qcid=927348447
- [28] Zavlažovací systémy: small lake. Small lake [online]. [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.zavlazovaci-systemy.net/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1- Příklad klasifikace dešťů a jejich charakteristických hodnot (podle Uhlíře, 1995). Údaje o periodicitě, které doplňují Uhlířovu klasifikaci, byly odhadnuty na základě Truplových vyhodnocení (VÚV,1958) pro české povodí Labe. [1]	6
Tabulka 2 - Součinitelé odtoku podle ČSN 75 6101 (vybrané orientační údaje) [2]	7
Tabulka 3 - Chemické složení srážek v ČR – průměrné hodnoty koncentrací (ČHMÚ, Košetice, 2004) [3]	9
Tabulka 4 - Z hlediska jednotlivých způsobů užívání dešťové vody jsou požadavky na její látkové složení [2].....	10
Tabulka 5 - Způsoby předčištění dešťových vod akumulovaných do nádrží [5]	12
Tabulka 6 - Způsoby předčištění dešťových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění [5]	17
Tabulka 7 - Výhody a nevýhody různého umístění AN [7]	19
Tabulka 8 - Hydrologické poměry	40
Tabulka 9 - Hydropedologická charakteristika [21]	41
Tabulka 10 - Územní srážky v letech 2016–2019 [22].....	42
Tabulka 11 - Měsíční bilance srážek	44

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Okapový hrnec [6].....	14
Obr. 2 - Okapový filtr [6].....	14
Obr. 3 - Filtrační šachta s košem [6].....	15
Obr. 4 - Košíkový filtr [6].....	15
Obr. 5 - Filtrační jednotka v interním provedení [6]	16
Obr. 6 - Filtrační jednotka v interním provedení [6]	16
Obr. 7 - Plastová nádrž AS-REWA (hrnatá), ASIO NEW, spol. s r.o. [8]	20
Obr. 8 - Plastová nádrž AS-REWA (dvouplášťová), ASIO NEW, spol. s r.o. [8]	20
Obr. 9 - Plastová nádrž AS-REWA, ASIO NEW, spol. s r.o. [8].....	20
Obr. 10 - Betonové válcové nádrže [9].....	21
Obr. 11 - Válcová betonová nádrž, PREFA Brno [9].....	21
Obr. 12 - Diagram množství náhrady pitné vody za dešťovou vodou [10]	22
Obr. 13 - Řídicí jednotka DDC pro 6 sekcí [28].....	27
Obr. 14 - Dešťový senzor RAIN-CLIK [28]	28
Obr. 15 - Senzor vlhkosti půdy TORO [28]	28
Obr. 16 - Elektromagnetický ventil HUNTER [28]	29
Obr. 17 - Bodová závlaha [15].....	31
Obr. 18 - Kapková závlaha [15].....	32
Obr. 19 - Mikropostřik [15]	32
Obr. 20 - Povrchová vsakovací nádrž [12]	34
Obr. 21 - Podzemní vsakovací objekt vyplněný štěrkem [12].....	35
Obr. 22 - Podzemní vsakovací šachta [12]	36
Obr. 23 - Vsakovací tunelový objekt [12]	37
Obr. 24 - Voštinový zasakovací blok [12].....	37
Obr. 25 - Řešená lokalita obce Moravské Křižánky [18]	39
Obr. 26 - Zájmové území rodinného domu [18].....	40
Obr. 27 - Betonová válcová nádrž na dešťovou vodu, Prefa Brno [9]	46
Obr. 28 - Plastová nádrž na srážkovou vodu AS – REWA [9].....	47
Obr. 29 - Vsakovací voštinový blok AS-NIDAFLOW [9].....	48
Obr. 30 - Kapkovací hadice [24]	49
Obr. 31 - Postřikovač HUNTER Pro Spray 06–15 cm výsuv [25].....	50
Obr. 32 - MP Rotaror – Rotační Trysky [26]	50
Obr. 33 - Grundfos SB 3-45 MW [27].....	51

SEZNAM PŘÍLOH

TEXTOVÁ ČÁST

- A.1 - ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM
- A.2 - VSAKOVACÍ OBJEKT
- A.3 - PONORNÉ ČERPADLO
- A.4 - GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ
- A.5 – FOTODOKUMENTACE

VÝKRESOVÁ ČÁST

- B.1 - Situace ŠVZÚ
- B.2 - Situace stávajícího stavu
- B.3 - Situace návrhového stavu
- B.4 - kumulační nádrž
- B.5 - Podélný profil stávajícím dešťovým potrubím
- B.6 - Návrh rozmístění postřikovačů a jejich výsečí
- B.7 - Návrh umístění potrubí a postřikovačů

MĚŘÍTKO

- 1 : 100
- 1 : 250
- 1 : 100
- 1 : 30
- 1 : 200 / 50
- 1 : 250
- 1 : 250

PŘÍLOHA A.1 - ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM

A.1.1 - Kapková závlaha

Výrobce kapkovací závlahy: **TORO**
Typ a model kapkovací hadice: **DRIP IN PC 16 mm**
Materiál trubního systému: **PVC**

OZN.	Plocha [m ²]	Počet kapkovačů	Délka hadice [m]	Průtok jedním kapkovačem [l/hod]	Průtok Q [l/min]	Potřebné množství vody týdně [mm]	Potřebný objem V [m ³]	Čas závlahy [min]
sekce 7	124	1120	400	2,00	37,33	10	1,24	33,2
sekce 8	63	140	42	2,00	4,67	10	0,63	135,0

Qcelkový průtok, byl vypočítán na základě počtu kusů kapkovačů krát průtok jedním kapkovačem

Vobjem byl vypočítán z dané plochy a potřebného množství vody týdně

Časbyl vypočítán z objemu a celkového průtoku.

A.1.2 - Návrh trysek do postřikovačů HUNTER

Výrobce kapkovací závlahy: **HUNTER**
Počet postřikovačů: **53 kusů**
Typ a model kapkovací hadice: **PRO SPRAY – MODEL PROS - 0.6**
Materiál trubního systému: **HDPE PE100**

SEKCE 1

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
1	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	91	2,00	2,77	10
2	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	93	2,00	2,77	10
3	MP 3000–90–210	Blue	8,2	8,2	180	2,00	5,88	10
4	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,0	180	2,00	5,88	10
5	MP 3500–90–210	Light Brown	10,4	9,1	180	2,00	8,48	10
6	MP 3500–90–210	Light Brown	10,4	8,5	165	2,00	8,48	10
7	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,1	180	2,00	5,88	10
8	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,0	185	2,00	5,88	10
9	MP 3000–90–210	Blue	8,2	6,2	90	2,00	2,77	10
10	MP 3000–90–210	Blue	8,2	6,2	95	2,00	2,77	10

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **51,56 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **0,86 l/s**

SEKCE 2

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
11	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,5	114	2,00	1,20	11
12	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,5	180	2,00	1,20	11
13	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,7	90	2,00	0,61	11
14	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,2	180	2,00	1,20	11
15	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,2	90	2,00	0,61	11
16	MP Conner - 45–105	Turquoise	3,5	3,5	80	2,00	1,27	11
17	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,7	180	2,00	1,20	11
18	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,2	180	2,00	1,20	11
19	MP 1000–90–210	Maroon	3,7	3,2	90	2,00	0,61	11
20	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	90	2,00	2,77	10
21	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	90	2,00	2,77	10
22	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	180	2,00	5,88	10
23	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	180	2,00	5,88	10
24	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	180	2,00	5,88	10
25	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	180	2,00	5,88	10
26	MP 3000–90–210	Yellow	7,6	7,6	270	2,00	8,35	13
27	MP 3000–90–210	Blue	8,2	7,6	180	2,00	5,88	10

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **52,39 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **0,87 l/s**

SEKCE 3

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
28	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	180	2,00	8,48	11
29	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	180	2,00	8,48	11
30	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	93	2,00	4,28	10
31	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	180	2,00	8,48	11
32	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	180	2,00	8,48	11
33	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	180	2,00	8,48	11
34	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	10,4	88,0	2,00	4,28	10

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **50,96 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **0,85 l/s**

SEKCE 4

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
35	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	8,4	175	2,00	8,48	11
36	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	8,4	180	2,00	8,48	11
37	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	8,4	180	2,00	8,48	11
38	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	8,4	102	2,00	6,38	11
39	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	8,4	167	2,00	8,48	11
40	MP 3500–90–210	L. Brown	10,4	9,9	181	2,00	8,48	11
41	MP 3000–90–210	Blue	8,2	8,2	180	2,00	5,88	11

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **54,66 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **0,91 l/s**

SEKCE 5

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
42	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
43	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
44	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
45	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
46	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
47	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **70,32 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **1,17 l/s**

SEKCE 6

OZN.	TYP TRYSKY	BRAVA TRYSKY	DOSTŘÍK [m]	DOSTŘÍK REGUL. [m]	ÚHEL [°]	TLAK [Bar]	PRŮTOK [l/min]	ÚHRN [mm/ha]
48	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
49	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
50	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
51	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
52	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10
53	MP 3000–360	Gray	8,2	8,2	360	2,00	11,72	10

červené označení = regulace dostřiku o 25 % **70,32 l/min**

zelené označení = bez regulace dostřiku **1,17 l/s**

A.1.3 - Návrh potrubí

Materiál trubního systému: **HDPE PE100**

SEKCE 1

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
1-3	HDPE100 16x2,0	16,15	8,65	0,75	8,276
2-4	HDPE100 16x2,0	15,00	8,65	0,75	8,276
5-7	HDPE100 25x2,0	8,20	17,13	0,85	7,051
6-8	HDPE100 25x2,0	8,90	17,13	0,85	7,051
7-9-10	HDPE100 25x2,7	13,60	25,78	0,83	5,262
8-10	HDPE100 25x2,7	8,40	23,01	0,76	4,542
VŠ1-10	HDPE100 32x2,9	7,50	51,56	0,96	4,782

SEKCE 2

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
11-27	HDPE 100 25x2,7	32,00	25,65	0,83	5,262
17-19	HDPE 100 16x2,0	8,00	8,28	0,75	8,276
19-26	HDPE 100 16x2,0	9,00	11,76	1,02	14,073
VŠ1-19	HDPE 100 25x2,7	13,50	26,74	0,89	6,029

SEKCE 3

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
32-34	HDPE 100 20x2,0	20,60	12,76	1,11	16,305
30-32	HDPE 100 25x2,7	20,60	29,72	0,96	6,842
VŠ2-30	HDPE 100 32x2,9	42,95	50,96	0,93	4,460

SEKCE 4

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
37-35	HDPE 100 16x2,0	16,00	16,96	0,85	7,051
39-37	HDPE 100 25x2,7	14,90	31,82	1,03	7,702
VŠ2-39	HDPE 100 32x2,9	19,40	54,66	1,00	5,115

SEKCE 5

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
43-44	HDPE 100 16x2,0	8,00	11,72	1,02	14,073
46-47	HDPE 100 16x2,0	7,70	11,72	1,02	14,073
42-43	HDPE 100 20x2,0	8,30	23,44	1,14	12,037
45-46	HDPE 100 20x2,0	8,20	23,44	1,14	12,037
45-46	HDPE 100 25x2,7	9,45	35,16	1,16	9,557
8-10	HDPE 100 25x2,7	13,85	35,16	1,16	9,557

SEKCE 6

ÚSEK	POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]	Q [l/min]	v [m/s]	J [-]
49-50	HDPE 100 16x2,0	7,20	11,72	1,02	14,073
52-53	HDPE 100 16x2,0	7,00	11,72	1,02	14,073
48-49	HDPE 100 20x2,0	8,00	23,44	1,14	12,037
51-52	HDPE 100 20x2,0	7,80	23,44	1,14	12,037
VŠ2-48	HDPE 100 25x2,7	8,70	35,16	1,16	9,557
VŠ2-51	HDPE 100 25x2,7	13,00	35,16	1,16	9,557

A.1.4 - Celková délka potrubí

POTRUBÍ	DÉLKA POTRUBÍ [m]
HDPE 100 16x2,0	98,65
HDPE 100 20x2,0	48,30
HDPE 100 25x2,7	165,10
HDPE 100 32x2,9	69,85
HDPE 100 40x4,3	44,50

PŘÍLOHA A.2 - VSAKOVACÍ OBJEKT

NÁVRH POTŘEBNÉHO OBJEMU RETENČNÍ NÁDRŽE (RN) DLE ČSN 75 9010

Akce: Návrh zasakovacího objektu

Vypracoval: Michal Hubený, 196963



Datum zpracování: 04.06.2020
Výpočtový program: ASIO NEW RN V3.3

1. Návrh typu RN

Výrobek: AS-NIDAPLAST

Délka L: 4.80 m
Šířka B: 1.20 m
Výška H: 0.52 m
Plocha vsaku $A_{\text{vsak}} = L \cdot (H / 2 + B)$: 7.01 m²

AS-NIDAPLAST
L / B / H 2.4 / 1.2 / 0.52 m

AS-KRECHT
L / B / H 2.3 / 1.3 / 0.8 m

AS-NIDAFLOW
L / B / H 2.4 / 1.2 / 0.52 m

2. Stanovení vsaku

Koeficient vsaku K_v : 3.00E-06 m/s K_v nutno zadat dle HGP, pouze pro orientaci necháváme součinitel infiltrace

Součinitel bezpečnosti vsaku f: 2

Vsakový α 160 0.011 l/s
320

3. Povolený odtok do kanalizace

Povolený odtok do kanalizace $Q_c(Q_{c}^{**})$: 0.000 l/s stanoví správce toku, provozovatel kanalizace nebo příslušný úřad

4. Stanovení povrchového odtoku

Oblast: 3 Políčka

Periodicita: 0.2

Komentář

Typ plochy -> součinitel odtoku ϕ	Odtok. souč. ϕ	Odvodňovaná plocha S [m]	S [ha]	Redukovaná plocha $S_r = S \cdot \phi$	S_r [m ²]
šikmá střecha / kov, sklo, břidlice, eternit (1,0)	1.00	25	0.00	25	25
šikmá střecha / kov, sklo, břidlice, eternit (1,0)	1.00	15	0.00	15	15
šikmá střecha / kov, sklo, břidlice, eternit (1,0)	1.00	0	0.00	0	0
šikmá střecha / kov, sklo, břidlice, eternit (1,0)	1.00	0	0.00	0	0
šikmá střecha / kov, sklo, břidlice, eternit (1,0)	1.00	0	0.00	0	0
Celkem				40.00	40

Výpočet potřebného retenčního objemu zasakovacího systému pro úhrny srážek dle návrhu normy ČSN 75 9010

Doba trvání deště T_c	min	5	10	15	20	30	40	60	120	
Návrhové úhrny srážek	mm	9.7	13.7	16.0	17.8	20.2	21.7	24.1	28.2	
Povrchový odtok $Q_0(Qc^{**})$	l/s	1.3	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	
Retenční odtok $Q_r = Q_{d(c)} - Q_0 - Q_v$	l/s	1.3	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	
Retenční objem $V = V_d - Q_{vsak} \cdot T_c$	m ³	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	
Doba trvání deště T_c	hod	4	6	8	10	12	18	24	48	72
Návrhové úhrny srážek	mm	34.1	39.9	41.7	42.7	43.7	46.8	49.0	64.3	73.9
Povrchový odtok $Q_0(Qc^{**})$	l/s	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Retenční odtok $Q_r = Q_{d(c)} - Q_0 - Q_v$	l/s	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Retenční objem $V = V_d - Q_{vsak} \cdot T_c$	m ³	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	0.7

Červené hodnoty uvedené v tabulce jsou zobrazeny v grafu

5. Stanovení retenčního objemu

Vypočteno pro T_c : 8 hod

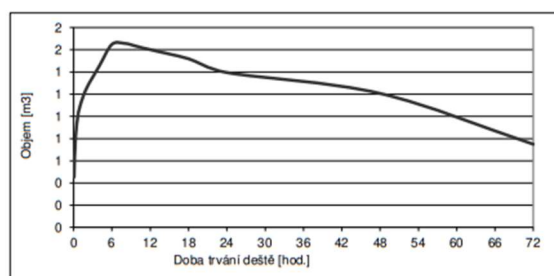
Retenční objem V: 1.7 m³

Doba prázdnění RN: 44 hod

6. Posouzení výrobku

1.3

Výrobek: AS-NIDAPLAST
Skladební délka: 4.80 m
Skladební šířka: 1.20 m
Skladební výška: 0.52 m
Výška plnění: 0.30 m
Využití: 57.6 %
Počet bloků: 2 ks



Drenáž pod bloky

Aktivní pouze pro AS-NIDAFLOW

*Optimalizujte využití HN, pomocí tlačítek < > můžete změnit výšku, šířku a délku HN.
**Platí pro návrh AS-NIDAFLOW

www.asio.cz
asio@asio.cz

ASIO NEW, spol. s r. o.
Kširova 552/45, 619 00 Brno

PŘÍLOHA A.3 - PONORNÉ ČERPADLO

Návrhový průtok:	51,64 l.min ⁻¹
Potřebný přetlak:	2 bary (20 m vodního sloupce)
Převýšení:	5,0 m
Místní ztráty:	0,5 m
Délka potrubí:	73,25 m
Ztráty třením:	2,23 m
Dopravní výška:	27,73 m

Výpočet byl proveden k nejvzdálenějšímu postřikovači od akumulární nádrže.

Výpočet místních ztrát:

Výpočet byl proveden pomocí přepočtu armatur na ekvivalentní délky.

Armatury	Počet	Ekvivalentní délka	Místní ztráta
Počet kolen 90°	6 kusů	6,0m	0,25 m
Redukce	3 kusy	4,3m	0,09 m
Zpětná klapka	1 kus	1,0m	0,05 m
T – kus	2 kusy	7,0m	0,11 m


Celková místní ztráta 0,50 m

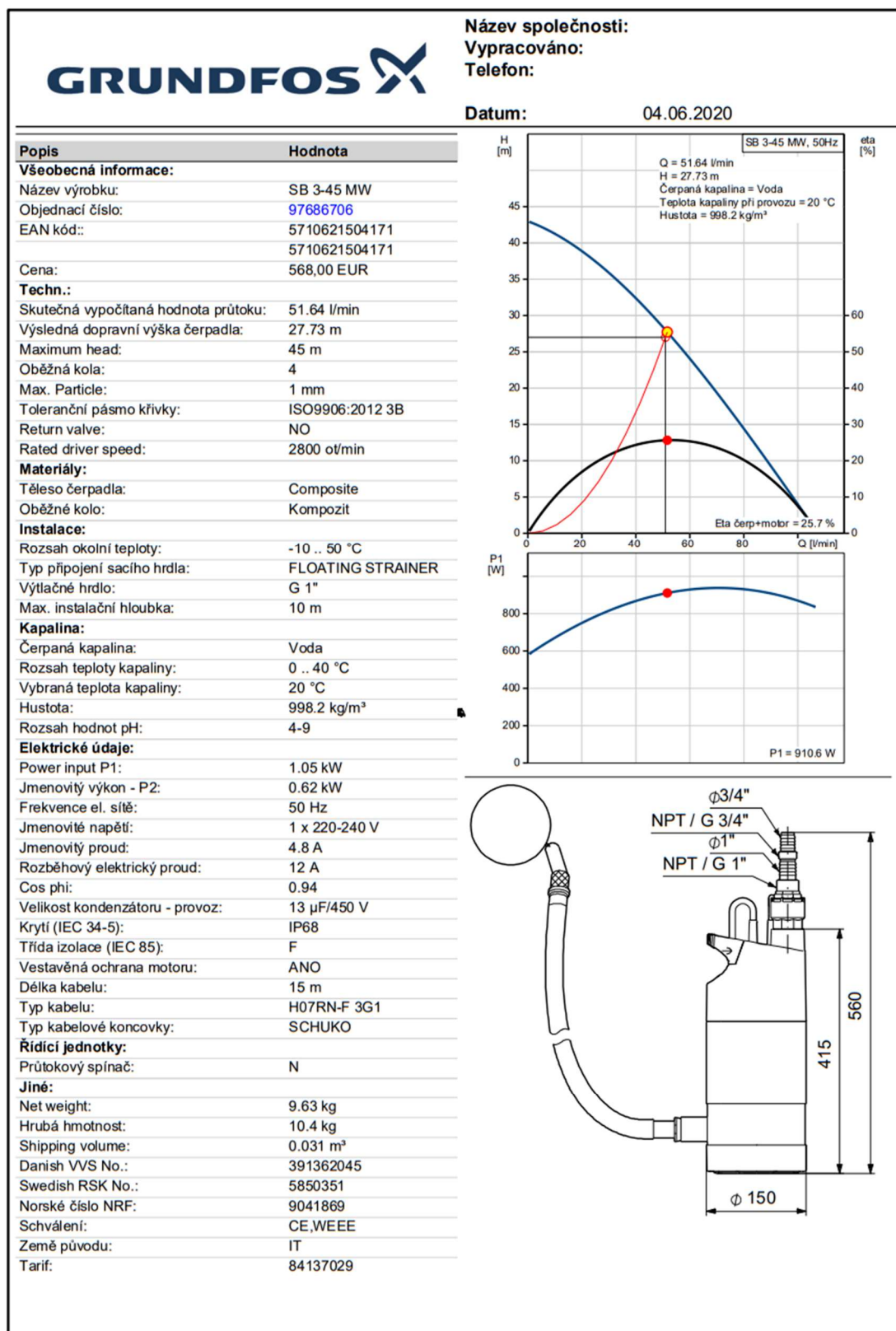
Výpočet ztrát třením:

Délka potrubí	Potrubí	DN	Ztráta třením
42,25m	HDPE	40	1,65
13,00m	HDPE	25	0,24
10,00m	HDPE	20	0,20
8,00m	HDPE	16	0,14

Celková ztráta třením 2,23m

		Název společnosti: Vypracováno: Telefon:
		Datum: 04.06.2020
Počet	Popis	
1	SB 3-45 MW  Pozn.: obr. výrobku se může lišit od skuteč. výrobku Výrobní č.: 97686706 <p>Grundfos SB 3-45 MW je ponorné 5" čerpadlo určené k čerpání čisté vody pro domácí a dešťové aplikace. Výhodou je tichý provoz = nehlukná alternativa k povrchovým čerpadlům. Čerpadlo je vyrobeno z vysoce kvalitních kompozitních a nerezových materiálů odolných vůči korozi.</p> <p>SB 3-45 MW je vybaven přívodním kabelem 15 m a maximální hloubka instalace je 10 m pod hladinou vody, s teplotou kapaliny v rozmezí od 0 °C do 40 °C.</p> <p>Zařízení SB 3-45 MW je ideální pro provoz v studnách nebo zemních nádržích, protože snadno zabráňuje vstupu pevných částic do čerpadla. Maximální velikost částic je 1 mm.</p> <p>Čerpadlo je vybaveno postranním přívodem/ohybnou hadicí s plovoucím sacím sítkem.</p> <p>Jednofázový model je účinně chráněn proti náhodnému přetížení vestavěnou tepelnou ochranou.</p> <p>Čerpadlo má zabudovanou tepelnou ochranu, která okamžitě zastaví čerpadlo, pokud se přehřeje. Po ochlazení se čerpadlo automaticky restartuje, jakmile dosáhne normální teploty.</p> <p>Kapalina: Čerpaná kapalina: Voda Rozsah teploty kapaliny: 0 .. 40 °C Vybraná teplota kapaliny: 20 °C Hustota: 998.2 kg/m³</p> <p>Techn.: Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 51.64 l/min Výsledná dopravní výška čerpadla: 27.73 m Max. Particle: 1 mm Toleranční pásmo křivky: ISO9906:2012 3B Return valve: NO Rated driver speed: 2800 ot/min</p> <p>Materiály: Těleso čerpadla: Composite Oběžné kolo: Kompozit</p> <p>Instalace: Rozsah okolní teploty: -10 .. 50 °C Typ připojení sacího hrdla: FLOATING STRAINER Výtlačné hrdlo: G 1" Max. instalační hloubka: 10 m</p> <p>Elektrické údaje:</p>	

		Název společnosti: Vypracováno: Telefon:	
		Datum: 04.06.2020	
Počet	Popis		
	Power input P1:	1.05 kW	
	Jmenovitý výkon - P2:	0.62 kW	
	Frekvence el. sítě:	50 Hz	
	Jmenovité napětí:	1 x 220-240 V	
	Jmenovitý proud:	4.8 A	
	Rozběhový elektrický proud:	12 A	
	Cos phi:	0.94	
	Velikost kondenzátoru - provoz:	13 µF/450 V	
	Krytí (IEC 34-5):	IP68	
	Třída izolace (IEC 85):	F	
	Vestavěná ochrana motoru:	ANO	
	Délka kabelu:	15 m	
	Typ kabelu:	H07RN-F 3G1	
	Typ kabelové koncovky:	SCHUKO	
	Jiné:		
	Net weight:	9.63 kg	
	Hrubá hmotnost:	10.4 kg	
	Shipping volume:	0.031 m³	
	Danish VVS No.:	391362045	
	Swedish RSK No.:	5850351	
	Norské číslo NRF:	9041869	
	Schválení:	CE, WEEE	
	Země původu:	IT	
	Tarif:	84137029	



Vytištěno z Grundfos CAPS [2020.05.002]

3/3

PŘÍLOHA A.4 - GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ

A.4.1 – Zápisník č.1

číslo bodu		čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Vzdálenost	Poznámka
přesta- vového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně		
Měřil: Hubený Michal, 196963									
Dne: 14.03. 2020									
Počasí: polojasno, mírný vítr									
Lokalita: Moravské Křižánky									
Přístroj: Topcon 5Y4227 (ÚHK)									
STUDNA	0,695				604,558	603,86			
1	-0.004	1,330				603,23		30 m	
	1,182				604,406				
ŠACHTA - Š1			2,133			602,27			poklop - Š1
1-1			3,627			600,78			přítok - spodní
1-2			3,383			601,02			přítok - horní
1-3			3,832			600,57			dno šachty
1-4			3,613			600,79			odtok - spodní
1-5			3,445			600,96			odtok - horní
1-6			3,020			601,39			drenáž - spodní
1-7			2,898			601,51			drenáž - horní
ŠACHTA - Š2			0,098			604,31			poklop - Š2
2-1			1,029			603,38			drenáž - spodní
2-2			0,942			603,46			drenáž - horní
2-3			1,430			602,98			odtok - spodní
2-4			1,225			603,18			odtok - horní
2-5			1,645			602,76			dno šachty
2			0,242			604,16			
3			0,582			603,82			
4			0,768			603,64			R = 0,112 km
5			1,233			603,17			Δh = 13,375 mm
6			1,188			603,22			Σz = 5,814 m
7			1,601			602,81			Σp = 5,802 m
8			1,504			602,90			ΔH = 0,012 m
9			1,951			602,46			ΔH' = 0,000 m
10			2,110			602,30			O = -0,012 m
11			2,438			601,97			
12			2,393			602,01			
13			1,173			603,23			
14			1,344			603,06			
15			1,728			602,68			
16			2,270			602,14			
17	-0.004	2,565				601,84		30 m	
ŠACHTA - Š3	1,804				603,641				
3-1			1,619			602,02			poklop - Š3
3-2			2,584			601,06			přítok - spodní
3-3			2,442			601,20			přítok - horní
3-4			3,150			600,49			odtok - spodní
3-5			2,992			600,65			odtok - horní
3-6			3,150			600,49			dno šachty
18			1,440			602,20			
19			1,436			602,21			
20			1,646			602,00			
21			1,751			601,89			

22			1,587			602,05		
23			1,809			601,83		
24			1,601			602,04		R = 0,112 km
25			1,841			601,80		Δh = 13,375 mm
26			1,550			602,09		Σz = 5,814 m
27			1,881			601,76		Σp = 5,802 m
SEPTIK			1,664			601,98		ΔH = 0,012 m
28	-0,004	1,541			602,10		33,6 m	$\Delta H'$ = 0,000 m
29	2,133				604,229			O = -0,012 m
30			0,090			604,14		
31			0,385			603,84		
32			0,165			604,06		
33			0,894			603,34		
34			0,970			603,26		
35			1,553			602,68		
36			1,992			602,24		
37			1,502			602,73		
38			1,802			602,43		
39			2,345			601,88		
STUDNA		0,366			603,86	✓	18,2 m	

A.4.2 – Zápisník č.2

číslo bodu		čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Vzdálenost	Poznámka
přesta- vového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně		
Měřil: Hubený Michal, 196963									
Dne: 14.03. 2020									
Počasí: polojasno, mírný vítr									
Lokalita: Moravské Křižánky									
Přístroj: Topcon 5Y4227 (ÚHK)									
KB3-42		1,330			605,343	604,01		R = 0,196 km	
			1,635			603,71	52 m	Δh = 17,686 mm	
		1,224			604,932			Σz = 7,034 m	
			2,438			602,49	42 m	Σp = 7,033 m	
		2,037			604,531			ΔH = 0,001 m	
STUDNA			0,668			603,86	13,3 m	ΔH' = 0,000 m	
		1,040			604,903			O = -0,001 m	
		-0,001	1,002			603,90	42 m		
		1,403			605,303				
KB3-42			1,29			604,01	✓	46,2 m	

A.4.3 – Umístění nivelačních bodů na pozemku



PŘÍLOHA A.5 – FOTODOKUMENTACE



Obrázek 1- Umístění nivelačního výškového bodu



Obrázek 2 - Šachta č.2



Obrázek 3 - Šachta č.1



Obrázek 4 - Pohled na RD



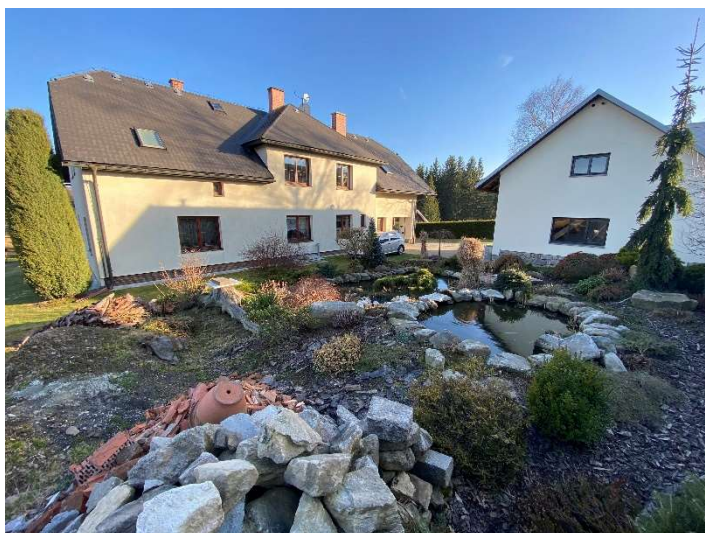
Obrázek 5 - Pohled na technicko-zemědělský objekt



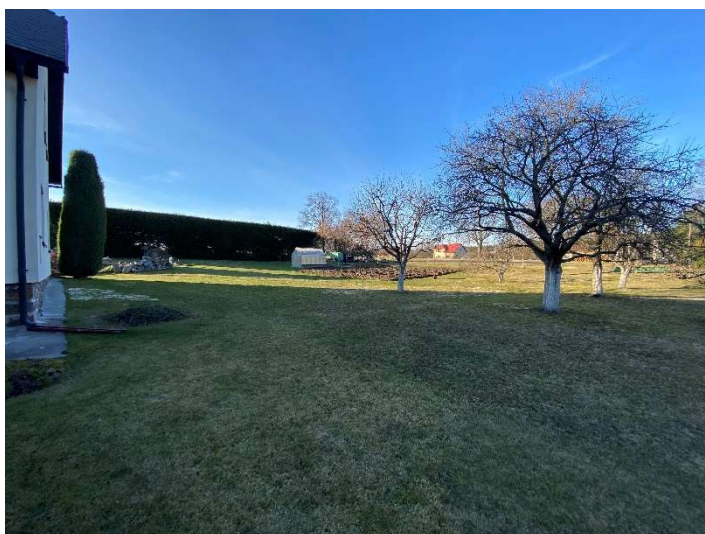
Obrázek 6 - Pohled na pozemek



Obrázek 7 - Pohled na okrasnou zahradu



Obrázek 8 - Pohled na okrasnou zahradu



Obrázek 9 - Pohled na řešenou zahradu